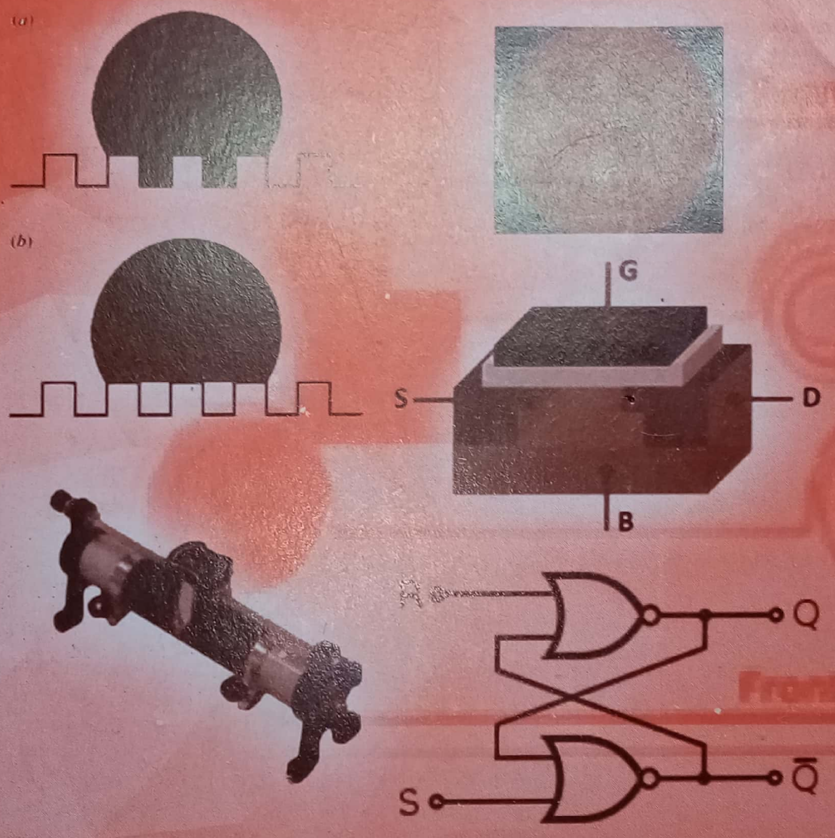
උසස් පෙළ භෞතික විද්‍යාව
2014 විවරණය

GRG books



එස්.ආර්.ඩී. රෝසා

අ.පො.ස. උසස් පෙළ භෞතික විද්‍යාව

G.C.E. Advanced Level Physics

2014 භෞතික විද්‍යා විවරණය

ISBN 978 - 955 - 52867 - 7 - 0

කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලයේ

මහාචාර්ය එස්. ආර්. ඩී. රෝසා

B.Sc. (Physics Special - First Class - Colombo)

M.Sc., Ph.D. (Pittsburgh, USA)

(1) පළමු උත්තර තුනම ශක්තීන්ය. (4) වන උත්තරය කාර්යයය. කාර්යයේ ඒකකයද ශක්තියේ ඒකකය වේ. කාර්යයක් කිරීමට නම් ශක්තියක් තිබිය යුතුය. ක්ෂමතාව යනු කාර්යය කිරීමේ ශීඝ්‍රතාවයයි. එහි ඒකකය වන්නේ W ($J\ s^{-1}$)ය.

(2) අටවන ප්‍රශ්නය තුරු නිකම්ම ගලාගෙන ගිය හැක. සාපේක්ෂ ප්‍රවේගයට මාන ඇත. නමුත් සාපේක්ෂ ඝනත්වය හා සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාවයට මාන නැත. සාපේක්ෂ ඝනත්වය යනු ජලයේ ඝනත්වය මෙන් යම් ද්‍රව්‍යයක / ද්‍රවයක ඝනත්වය කොපමණ ප්‍රමාණයක් / භාගයක් වේද යන්නය. උදාහරණයක් වශයෙන් රසදියේ සාපේක්ෂ ඝනත්වය 13.6 කි. මෙයින් අදහස් වන්නේ රසදියේ ඝනත්වය ජලයේ ඝනත්වය මෙන් 13.6 ක ප්‍රමාණයකින් වැඩි බවයි.

ජලය අප හොඳින් දන්නා ද්‍රවයකි. ජීවත් වීමට නැතිවම බැරි දෙයකි. එමනිසා ජලයේ සනත්වයට සාපේක්ෂව අනෙක් සනත්ව සලකා බැලීම සාධාරණය. අපගේ ජීවිතයේදී ද නොදන්නා දෙයක් හොඳින් දන්නා දෙයක් ඇසුරෙන් ප්‍රකාශ කිරීම සුලබව සිදු වේ. උදාහරණයක් වශයෙන් අනේ අරයා ෂාරුක් ඛාන් වගේ. එහෙම නැතිනම් ඓශ්වර්යා රායි වගේ කියා අපි කියමු. අපගේ තරුණ කාලේ සාපේක්ෂ සනත්වයට කිව්වේ විශිෂ්ට ගුරුත්වය කියාය. දැන් මේ පදය භාවිතයේ නැත. සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාවයේ අර්ථ දැක්වීමට අනුවම එයට මාන / ඒකක නොමැති බව අපි දනිමු.

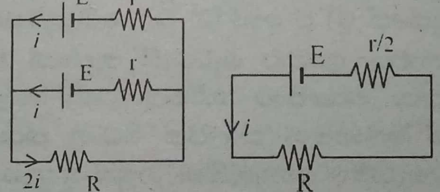
(3) දැක්ක ගමන් උත්තරය ලබා ගත හැක. අතිධ්වනි තරංග හැර ඉතිරි සියල්ල විද්‍යුත් චුම්භක තරංගය. විද්‍යුත් චුම්භක තරංග තීර්යක් වේ. අපගේ ශ්‍රව්‍ය පරාසය ඉක්මවූ සංඛ්‍යාත ඇතත් අතිධ්වනි තරංග ද ධ්වනි තරංග විශේෂයකි.

(4) කියවාගෙන යන කොටම නිවැරදි උත්තරය 4 බව වැටහේ. ගිටාර කම්බියක් පෙලූ විට එය කම්පනය වන්නේ යම් සීමා දෙකක් තුළය. කම්බියේ එක් විස්ථාපන නිෂ්පන්දයක් සේතුව මත ඇති වේ. අනෙක බොහෝ විට ඇඟිල්ලෙන් තද කරගෙන සිටින ස්ථානයේ ඇතිවේ. එමනිසා කම්බියේ ජනිත වන්නේ තීර්යක් ස්ථාවර තරංගය. කම්බියේ කම්පනයෙන් වාතයේ හට ගැනෙන්නේ අන්වායාම ප්‍රගමන තරංගයි. වාතය තුළ ප්‍රචලිත වන තරංගවලට සීමා මායිම් නැත. ඒවා ඔබගේ කන් බෙරය මෙන්ම මගේ කන් බෙරය ද කම්පනය කරයි.

(5) සත්‍ය නොවන ප්‍රකාශය (5) බව වැටහේ. වස්තුව අවනෙතේ නාභි දුර තුළ තැබුවහොත් අවනෙතෙන් සෑදෙන ප්‍රතිබිම්බය අතාත්වික වේ. එසේ වුවහොත් වැඩේ කොහු වේ. අවසාන ප්‍රතිබිම්බය අතාත්වික වුවත් අවනෙතෙන් සෑදෙන පළමු ප්‍රතිබිම්බය තාත්වික විය යුතුය. වස්තුව තැබිය යුත්තේ අවනෙතේ නාභියට එපිටිනි. එවිට අවනෙතෙන් සෑදෙන ප්‍රතිබිම්බය සෑදෙන්නේ $2f_0$ ටත් එහායිනි. (f_0 = අවනෙතේ නාභි දුර) මෙයින් ම (3) වන වගන්තිය හරි බව පෙනේ. අවනෙතෙන් සෑදෙන තාත්වික ප්‍රතිබිම්බය උපනෙතේ නාභි දුර තුළට වැටිය යුතුය.

(6) ඉතාම පහසුය. දන්නා ප්‍රශ්නයකි. වි.ගා. බල E ප්‍රමාණයක් සමාන්තරගත වූ විට සමක වි.ගා. බලය ද E ම වේ. සමාන ප්‍රතිරෝධ දෙකක් සමාන්තරගත වූ විට සමකය එකකින් හරි අඩක් වේ. කෝෂ සමාන්තර ගත වූ විට ලැබෙන වාසිය වන්නේ වැඩි කාලයක් තුළ බාහිර ප්‍රතිරෝධයක් හරහා ධාරාවක් ගැලීමට මං පාදා දීමයි. r ලෙස පෙන්වා ඇත්තේ කෝෂයක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයයි. නැතිව බාහිරින් සම්බන්ධ කළ ප්‍රතිරෝධයක් නොවේ. කෝෂය තුළ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ඇඳිය නොහැක. එසේ අඳින්නෙත් නැත. එමනිසා ඇඳ ඇති r වලට අමතරව තව r එකක් කෝෂවලට ඇතැයි යන්න සිතීම වැරදිය. පහත ගණනයෙන් සමක පරිපථය නිවැරදි බව ඔබට වැටහේවි.

$E = ir + 2iR \Rightarrow \quad i = \frac{E}{r+2R}$



බාහිර R ප්‍රතිරෝධය හරහා ගලන ධාරාව= $2i = \frac{2E}{r+2R}$

$E = i\,{}^{r}/_{2} + iR$

ගලන ධාරාව = $i = \frac{2E}{r+2R}$

පිටත ඉන්න කෙනෙකුට සාපේක්ෂව දෙකෙන්ම කෙරෙන්නේ එකම දෙයයි.

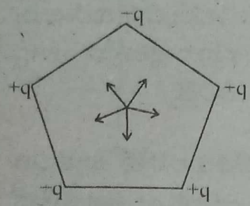
(7) කම්බියෙන් සම්බන්ධ කළ පසු ගෝල දෙකේ විභවයන් සමාන වේ. එනම්, $\frac{Q_1}{r} = \frac{Q_2}{2r}$ විය යුතුය. $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ ලිවීමට යාමේ තේරුමක් නැත. $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{1}{2}$. ඉතිරි වන්නේ (01) හා (03) උත්තර පමණි. පෘෂ්ඨීක ආරෝපණ සනත්ව යනු පෘෂ්ඨයේ ඒකක වර්ගඵලයක ඇති ආරෝපණ ප්‍රමාණයයි.

$$Q_1 \propto \sigma_1 r^2; \qquad Q_2 \propto \sigma_2 4r^2 \text{ එමනිසා } \frac{\sigma_1}{4\sigma_2} = \frac{Q_1}{Q_2} \Rightarrow \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{4}{2} = 2$$

මං නම් ප්‍රථමයෙන් කටු වැඩ කරන්නේ මෙයටය. කටුවැඩ නොකරත් තර්කයෙනුත් මෙය ලබා ගත හැක. විභව සමාන වීමට නම් අරය දෙගුණයක් වන ගෝලයේ ආරෝපණය අරය එක් ගුණයක් වන ගෝලයේ ආරෝපණයට වඩා දෙගුණයක් විය යුතුය. එනම්, $Q_2 = 2Q_1$. ඊළඟට $Q_2 \propto \sigma_2 4r^2$ හා $Q_1 \propto \sigma_1 r^2$ නිසා $\sigma_2 4 = 2\sigma_1$.

(8) මෙයට තර්කය නොදැම්මොත් පඹගාලක පැටලෙනු ඇත. ආරෝපණ හතරෙන් ඇතිවන ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතා සොයා ඒවායේ සම්ප්‍රයුක්තය සෙවීමට ගියොත් ප්‍රශ්න පත්‍රය හදපු අයට බනිනවා හැර වෙන කරන්නට දෙයක් නැත. මෙහි තර්කය මෙසේය. ශීර්ෂ පහේම සම ආරෝපණ තිබුණේ නම් O කේන්ද්‍රයේ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව ශූන්‍ය විය යුතු ය. සමමිතිය නිසා මෙම කරුණ ගණනයකින් තොරව ලබා ගත හැකිය.

නමුත් මෙම ප්‍රශ්නයේ E ශීර්ෂයේ ආරෝපණයක් නැත. එමනිසා ඉතිරි ආරෝපණ හතරෙන් ලැබෙන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවයන්ගේ සම්ප්‍රයුක්තය, E ශීර්ෂයේ $+q$ ආරෝපණයක් තිබුණේනම් එය මගින් කේන්ද්‍රයේ ඇතිවන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවට සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ විය යුතුය. මෙම නිගමනය හරිගියේ නැතිනම් $+q$ ආරෝපණ පහක් අනුරූප ශීර්ෂවල පිහිටිය හොත් O කේන්ද්‍රයේ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව ශූන්‍ය විය නොහැක. E ශීර්ෂයේ $+q$ ආරෝපණයක් තිබුණේනම් එය මගින් O හි ඇතිවන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව EO දිශාවට $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{a^2}$ වේ. එමනිසා



අනෙක් $+q$ ආරෝපණවලින් O හි ඇතිවන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව OE දිශාවට $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{a^2}$ විය යුතුය.

මෙම ප්‍රශ්නය මුලින් නොදී අන්තිම හරියට දුන්නානම් හොඳයි කියා යමෙකුට තර්ක කළ හැක. නමුත් පරීක්ෂකවරුන් මෙය මුල් ප්‍රශ්න අතරට දී ඇත්තේ මෙය සංකීර්ණ ප්‍රශ්නයක් නොවන බව ඒත්තු ගැන්වීමටය. මටනම් හිතෙන්නේ දරුවන් අතිබහුතරයක් එක් එක් ආරෝපණයෙන් හට ගන්නා ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවල දිශා ලකුණු කොට ඒවාහි සම්ප්‍රයුක්තය සෙවීමට ගොස් (එය ඉතා අපහසුය) අන්තිමට විශාල කාලයක් කා දමා තිබෙන්නට ඇති බවයි.

ඉහත පාරේ ගොස් මේ ප්‍රශ්නය විසඳීමට ගියොත් බැරි බව දැනී වෙන පාරක් සොයා ගත යුතුය.. මෙච්චර කාලය යන ප්‍රශ්නයක් බහුවරණ ප්‍රශ්නයකට නොදෙන බව තේරුම්ගත යුතුය. එවිට කළ හැකිව තිබුණේ උත්තර දිහැ බැලීමය. O හි ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව ශූන්‍ය විය නොහැකි බව (හතර දෙනාගෙන්) ඔබ දනී. ඉතිරි උත්තර හතරේම ඇත්තේ OE දිශාව නැතහොත් EO දිශාවය. වෙන කිසිදු දිශාවක් දී නොමැත. මෙයින්ම ඔබ තර්කය අල්ලා ගත යුතුය. තර්කය අල්ලා ගැනීමට තරම් ඔබ බුද්ධිමත් විය යුතුය. පරීක්ෂකවරු කෲර නැත. දැන් (3) හා (4) වරණ ඉවත් කළ හැක. ඇයි? එහි $4\pi\epsilon_0$ වල 4 නැති නිසාය. ආරෝපණ 4 ක් ඇති නිසා 4 න් ගුණකළ විට $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ හි හතර කැපී යනවා කියා සිතෙන්නට පුළුවන. නමුත් එක් එක් ආරෝපණයෙන් ලැබෙන ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතා විවිධ දිශාවන්ට ක්‍රියාත්මක වන නිසා නිකම්ම 4 න් ගුණ කළ නොහැකි බව ඔබ වටහා ගත යුතුය. ඉතිරි වන්නේ (1) හා (2) ය. පොට්ටෙ ගැසුවත් ඔබ ගැසිය යුත්තේ (1) ට හෝ (2) ටය. මේ තර්කය තේරී වැරදීමකින් EO දිශාවට ගහපු ළමයින් නැතුවා නොවෙයි. ඒ අවාසනාවය. ප්‍රශ්නය ගැටගැසී ඇත්තේ EO හෝ OE දිශා ඔස්සේ බව ඒත්තු ගැන්වීමට දී ඇති වරණ ප්‍රමාණවත්ය. එතකොට තර්කය ටක් ගාලා ඔබගේ මොළයට ආවොත් ඔබ වාසනාවන්තය. මේ ප්‍රශ්නෙට ළමයින් කොපමණ කාලයක් මිඩංගු කරන්නට ඇති ද? ඉහත තර්කය ඔබට නොපෙනුනොත් මෙහි උත්තරය ලබා ගැනීමට නොහැකිය. නමුත් කාලය නම් කන්න එපා. අතහැර දමා හෝ පොට්ටෙ ගසා අනෙක් ප්‍රශ්නවලට යන්න.

(9) සරල ප්‍රශ්නයකි. රූපයක් ඇඳීම අත්‍යවශ්‍ය නොවේ. මෙයට කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිතිය යෙදිය යුතු බව ප්‍රශ්නය කියවන කොටම තේරුම් යා යුතුය. ස්කන්ධ සීරුවෙන් සම්බන්ධ කළ බව හා පද්ධතියේ නව කෝණික ප්‍රවේගය අසන නිසා යෙදිය යුත්තේ කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිතිය බව ඔබට පසක් විය යුතුය. m ස්කන්ධ සීරුවෙන් සම්බන්ධ කරන බව සඳහන් කොට ඇත්තේ ඒවා සම්බන්ධ කරන විට බාහිර ව්‍යාවර්තයක් හෝ පද්ධතියට යම් අලකලංචියක් සිදු නොකරන බව කියා පෑමටය.

තුනී මුදුවක එහි කේන්ද්‍රය හරහා එහි තලයට ලම්භක අක්ෂය වටා අවස්ථිති ඝූර්ණය ඔබ දැනගෙන සිටිය යුතුය. මුදුව තුනී නිසා එම අගය MR^2 වේ. ස්කන්ධ ද කුඩා නිසා මුදුවේ කේන්ද්‍රය හරහා එහි තලයට ලම්භක අක්ෂය වටා එක් ස්කන්ධයක අවස්ථිති ඝූර්ණය mR^2 වේ. mR^2 ඔබ දැනගෙන සිටිය යුතුය. අනෙක් ව්‍යුහයන්ගේ (උදා: තැටි, දඬු) අවස්ථිති ඝූර්ණ සූත්‍ර දැන සිටීමේ අවශ්‍යතාවක් නැත. කෙලින්ම කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිතිය යොදන්න. $MR^2\omega = MR^2\omega' + 2mR^2\omega' \Rightarrow \omega' = \frac{M\omega}{M+2m}$. චිත්‍රය මනසේ මවා ගත්තේ නම් කටුවැඩ නොකර වුවද උත්තරය ලබා ගත හැක. රූප ඇඳීමට යාමෙන් නම් වළකින්න. එය කාලය අපතේ යැවීමකි.

(10) සරලය. පෙර ප්‍රශ්න පත්‍රයකත් මෙය තිබුණා මතකය. h_o උසේදී චාලක ශක්තිය ශුන්‍යය. ඇයි? නිදහසේනේ අත්හරින්නේ. මෙයින්ම (2) හා (5) වරණ ඉවත් වේ. h, h_o හි සිට අඩුවන විට චාලක ශක්තිය වැඩි වේ. පහළට එන්ට එන්ට චාලක ශක්තිය වැඩිවේ. චාලක ශක්තිය හා විභව ශක්තියේ එකතුව නියතවන නිසා h සමඟ චාලක ශක්තියේ විචලනය වක්‍රයක් විය නොහැක. එනම් උත්තරය (1) වේ. සමීකරණයක් ලියනවා නම් පොළොවේ සිට h උසකදී $E + mgh =$ නියතයක්. එනම් $E = -mgh +$ නියතයක්. එබැවින් h සමඟ E හි විචලනය සෘණ අනුක්‍රමණයක් සහිත සරල රේඛාවක් විය යුතුය. h සමඟ v ප්‍රවේගයේ විචලනය නම් වක්‍රයකි. නමුත් y -අක්ෂයේ ඇඳ ඇත්තේ ප්‍රවේගය නොව චාලක ශක්තියයි.

(11) මෙයට ගොඩක් කාලය මිඩංගු කළ යුතු නැත. සනකයේ ස්කන්ධය වෙනස් වී නොමැත. එමනිසා අවස්ථා දෙකේදීම සනකය මත ක්‍රියා කරන උඩුකුරු තෙරපුම් සමාන විය යුතුය. ගිලෙන්නේ ද එකම ජලයේය. එමනිසා අවස්ථා දෙකේදීම සනකයේ ජලය තුළ ගිලෙන පරිමා සමාන විය යුතුය. දැන් එක සමීකරණයෙන් උත්තරය ගත්තැකි. දෙවන අවස්ථාවේ ගිලෙන ගැඹුර y නම්,

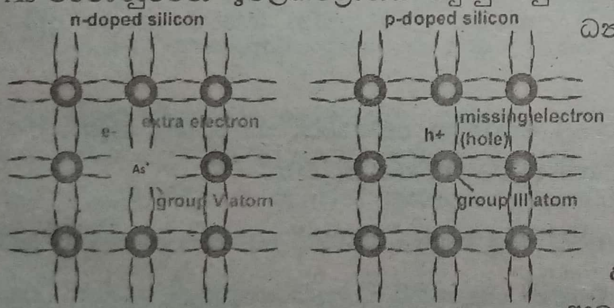
$$2x.2x.x = 8x.8x.y \qquad y = \frac{x}{16}$$

සනකයක පැතිවල දිග එක සමාන බව ඔබ O/Lවලදී දනී. එමනිසා මුල් අවස්ථාවේදී සනකයේ පැත්තක වර්ගඵලය $2x.2x = 4x^2$වේ. පසුව එය $8x.8x = 64x^2$ වී ඇත. මුලදී සනකයේ පරිමාව $8x^3$ ය. පසු පරිමාව $8x.8x.8x = 512x^3$ය. එමනිසා ස්කන්ධය නොවෙනස්ව තබා ගැනීමට නම් සනකයේ මැද කා දැමිය යුතුය.

(12) මෙම ප්‍රශ්නයට උත්තරය බොහෝ දරුවන් අතින් ගිලිහුණා දැයි මට සැකයක් පවතී. n වර්ගයේ හෝ p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකවල සඵල ආරෝපණයක් නැත. සිලිකන් ස්ඵටිකයක් පංච සංයුජ As, Sb හෝ P යොදා මාත්‍රණය කිරීමෙන් n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක් සාදා ගන්නා බව ඔබ දනී. සිලිකන් දැලිසෙහි Si පරමාණුවක් වෙනුවට As පරමාණුවක් ආදේශ වී ඇතැයි සිතමු. රූපය බලන්න.

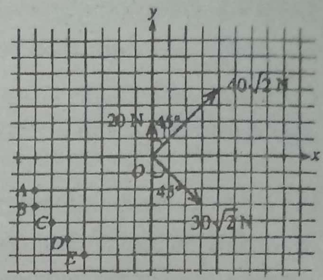
As පරමාණුවේ අවසාන කවචයේ සංයුජතා ඉලෙක්ට්‍රෝන පහක් ඇත. එයින් හතරක් යාබදව ඇති Si පරමාණු හතරක් සමඟ බන්ධන සාදා ගෙන ඇත. As පරමාණුවේ ඉතිරි ඉලෙක්ට්‍රෝනය බන්ධන සාදා නොගෙන As පරමාණුවෙන් මිදී නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් ලෙස පවතී. ප්‍රශ්නයේ එක් එක්හි $-q$ ආරෝපණයකට අනුරූප නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාවක් සහිත යන ප්‍රකාශයේ සඳහන්ව ඇත්තේ මෙම As පරමාණුවලින් මිදී නිදහසේ පවතින ඉලෙක්ට්‍රෝන පිළිබඳවය. නමුත් නිදහසේ පවතින ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයක් තිබුණා කියා අර්ධ සන්නායකයේ සඵල ආරෝපණයක් නම් නැත.

As පරමාණුවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝනය මිදුණු පසු As පරමාණුව ධන ආරෝපිත (As^+)වේ. රූපය බලන්න. එබැවින් ධන හා සෘණ (නිදහසේ ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ සෘණ ආරෝපණය) එකිනෙකින් නිෂේධනය වේ. As පරමාණුව ලෝකෙට දායාද කර ඇත්තේ තමුන් ගාවම තිබූ ඉලෙක්ට්‍රෝනයකි. නැතුව පිටින් ආපු එකක් නොවේ. ප්‍රශ්නයේ දී ඇති $-q$ ආරෝපණයකට අනුරූප නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාවක් සහිත n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක යන වගන්ති කොටසේ අවුලක් නැත. ඇත්තටම n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක $-q$ ආරෝපණයකට අනුරූප නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇත. නමුත් අර්ධ සන්නායකයේ සඵල ආරෝපණයක් නැත. නිදහස් සහ සඵල යනු එකක් නොව දෙකකි. නිදහසේ සැරිසැරුවත් බැඳෙන්නට අය බලා ඉන්න නිසා (ධන ආරෝපිත As පරමාණු) අන්තිමට සඵලය බින්දුවය. අපිත් මේ වගේය.



ඉහත වගන්ති නොතිබුණා නම් හොඳය කියා සමහරු තර්ක කරති. නිකම්ම n වර්ගයේ හා p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක කැබලි කියා දුන්නානම් ඇතිය කියාත් තර්කයක් ගොඩනැගිය හැක. එය සත්‍ය නමුත් වගන්ති නිවැරදිය. ප්‍රශ්නයේ වැරැද්දක් නොමැත. සරලව ගත් කළ n වර්ගයේ හෝ p වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකවලින් විද්‍යුත් ස්‍රාවයක් හට නොගනී. ඒ ඒවා තුළ සඵල ආරෝපණයක් නොමැති නිසාය. එම නිසා n, p සියල්ලම අමතක කරන්න. එවිට ඉතිරි වන්නේ $+q$ ආරෝපණය රැගත් ගෝලය පමණි. එමනිසා නිවැරදි වන්නේ (C) වගන්තිය පමණි. $+q$ කන්න $-q$ පිටතින් ගේන්න වේ. n ට හා p ට පිළිවෙළින් $-q$ සහ $+q$ දාගත්තොත් නම් සත්‍ය වන්නේ (3) ය. කී දෙනෙකුට (3) හරි ගියාද මන්ද?

(13) මෙහි නම් ගේමක් නැත. $\Delta l = l_0\alpha\Delta\theta$ බව ඔබ කට පාඩමින් දනී. එකම ප්‍රස්තාරය එන්න ඕන නම් l_0 හා α හි ගුණිතය එක සමාන විය යුතුය. කිරි කජුය.



(14) ප්‍රශ්න පත්‍රයේ ඇඳ ඇති ජාලය මතම ඇඳ උත්තරය ලබා ගත හැක. මේ ආකාරයේ ප්‍රශ්න කීපයක් ප්‍රශ්න පත්‍රයේ ඇත. උදා: (41) හා (42), $40\sqrt{2}$ විභේදනය කරන්න. $\cos 45^o = {}^{1}/_{\sqrt{2}}$ නිසා සියල්ල මනෝමයෙන් කළ හැක. $40\sqrt{2}$ හි සිරස් සංරචකය 40 වේ. ($40\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$) ඇත්තටම මෙසේ කළ යුතුත් නැත. සියල්ල ඇඳ ඇත්තේ පරිමාණයටය. $40\sqrt{2}$ හි සිරස් සංරචකය උඩට කොටු 4 යි. තිරසට (x පැත්තට) කොටු 4 යි. එලෙසම $30\sqrt{2}$ න් පහළට කොටු 3 යි. x පැත්තට කොටු 3 යි. දැන් විභේදනය කොට අවසානය. උඩු අතට $40\sqrt{2}$න් එන කොටු 4යි, **20 N** එන කොටු 2 යි එකතුව කොටු 6 යි. $30\sqrt{2}$න් පහළට එන කොටු 3 යි. එමනිසා සිරස් සංරචකයන්ගේ සම්ප්‍රයුක්තය උඩට කොටු 3 යි. (6-3) තිරස් සංරචකවල එකතුව කොටු 7 යි. (4+3)

එමනිසා මෙම බලයන්ගේ සම්ප්‍රයුක්තය පිහිටන්නේ $+x$ පැත්තට කොටු 7 යි. $+y$ පැත්තට කොටු 3 යි. එසේනම් අංශුව නිශ්චලව පවත්වා ගැනීම සඳහා ඉහත සම්ප්‍රයුක්තයට සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ බලයක් දැමිය යුතු ය. එනම් $-x$ පැත්තට කොටු 7 යි. $-y$ දිශාවට කොටු 3 යි. එම ඛණ්ඩාංක ඇති ලක්ෂ්‍යය B ය. දිශාව OB ය. බලවල දිශා අඳින්න ඕන නැත. ඇස් දෙක උඩට දකුණට ඊළඟට පහළට හා වමට ගෙන ගියානම් ඇතිය.

ඇත්තටම මේ ප්‍රශ්නෙ බලවල විශාලත්වවත් කෝණවත් දිය යුතු නැත. ඊතල ටික දුන්නානම් ඇතිය. සියල්ල ලස්සනට බබා වගේ ඇඳ ඇත. තව ඕන මොනවද? මෙය කොටු ගණන් කිරීමේ ප්‍රශ්නයකි.

(15) Peanutsය. තත්පර කීපයකදී ගණනය කළ හැක. බලය සමාන වන්නේ ගම්‍යතා වෙනස් වීමේ ශීඝ්‍රතාවයටය. මෙය කොච්චර ප්‍රශ්න ප්‍රමාණයක ඇති ද? $\frac{500\times1}{0.5} = \mathbf{1000\ N}$

(16) මෙයත් **Peanuts**ය. τ ව්‍යාවර්තයක් θ රේඩියන්වලින් කරකැවූ විට කෙරෙන කාර්යය $\tau\theta$ වේ. මෙහි යොදන F බලයේ ඝූර්ණය Fr වේ. එක් වටයකදී කරකැවෙන කෝණය රේඩියන 2π වේ. ක්ෂමතාව යනු ඒකක කාලයකදී කෙරෙන කාර්යයි. එක් වටයක් කරකැවීම සඳහා ගතවන කාලය T ය. එමනිසා ක්ෂමතාවය වන්නේ $\frac{2\pi rF}{T}$ය. ඕන නම් බලයෙන් කෙරෙන කාර්යයෙන් ද උත්තරය ලබා ගත හැක. එක් වටයකදී F බලයෙන් කෙරෙන කාර්යය $F2\pi r$ වේ. F වැඩි කිරීම පරිධියේ දිග. මෙය T වලින් බෙදූවිට ක්ෂමතාව ලැබේ. ඇත්තටම මෙය වැය කළ යුතු අවම ක්ෂමතාවය වේ. ප්‍රශ්නය කියවීමට ගතවන කාලයට වඩා උත්තරය ලබා ගන්න ගතවන කාලය අඩුය. කටුවැඩ කිසිත් නොකොට උත්තරය ගත හැක.

භ්‍රමණ අක්ෂය වටා උඩ ගලේ අවස්ථිති ඝූර්ණය දන්නේනම් ගලේ කෝණික ත්වරණය, එක්වටයක් කැරකැවුණු පසු ගලේ කෝණික ප්‍රවේගය ආදී දෑ පිළිබඳව ද ප්‍රකාශන ලබා ගත හැක. **Try** කර බලන්න.

(17) පහසුය. නමුත් අසා ඇති දේ නිවැරදිව වටහා ගත යුතුය. අර්ධ ආයු කාලය මිනිත්තු 60 නිසා පැය 3 ක් ගත වූ පසු අර්ධ ආයු කාල 3 ක් පසු කොට ඇත. එබැවින් ක්ෂය වීමෙන් පසු ඉතිරි වී ඇති භාගය $\frac{1}{2^3} = \frac{1}{8}$ කි. එක් අර්ධ ආයු කාලයක් ගත වූ පසු ඉතිරිවන භාගය $\frac{1}{2}$ කි. තවත් අර්ධ ආයු කාලයක් ගත වූ පසු ඉතිරිවන භාගය $\frac{1}{4}$ කි. අර්ධ ආයු කාල n සංඛ්‍යාවක් ගිය පසු ඉතිරිවන භාගය $\frac{1}{2^n}$ ය. මෙය මතකයේ තිබුණේනම් වැඩේ ලේසිය.

එමනිසා ක්ෂය වූ භාගය = $1 - \frac{1}{8} = \frac{7}{8}$. ප්‍රතිශතය ගත් කළ $\frac{7}{8} \times 100 = 87.5\%$ කි. වරදිනවනම් වරදින්නේ $\frac{1}{8}$ හා $\frac{7}{8}$ අතරය. $\frac{1}{8}$ ගතහොත් උත්තරය 12.5%. ක්ෂය වූ භාගය යන වචන ටික කළු කර ඇත්තේ වැරදි උත්තරයට නොයා ඔබව බේරා ගන්නට ය. $N = N_0e^{-\lambda t}$ සමීකරණයේ N යනු t කාලයකට පසු ඉතිරි වී ඇති න්‍යෂ්ටි ප්‍රමාණයයි.

ක්ෂය වූ න්‍යෂ්ටි ප්‍රමාණය වන්නේ $N_0 - N$ය. මෙය භාගයක් හැටියට ප්‍රකාශ කළොත් එය සමාන වන්නේ $\frac{No - N}{No}$ ය. එනම් $1 - \frac{N}{N_0}$ය. මෙවැනිම ප්‍රශ්නයක් 2006 ප්‍රශ්න පත්‍රයේ 6(B) යටතේ අවසානයේ අසා ඇත.

(18) Jumbo Peanuts ය. ඇස් වහගෙන උත්තරය ගත්තැකි. ඕනෑ තරම් පරණ ප්‍රශ්න ඇත. 10^{-2} සිට 10^{-6} දක්වා තීව්‍රතාව අඩුවන විට අඩුවීමේ භාගය $\frac{10^{-2}}{10^{-6}} = 10^4$ ය. එනම් උත්තරය 40 dB ය. සූත්‍රයට දානවා නම් අඩුවූ මට්ටම $\Delta\beta = 10 \log \frac{10^{-2}}{10^{-6}} = 40 \text{ dB}$

(19) Simple ම **Simple** ය. ප්‍රශ්නයෙන් අසන්නේ කාචයේ නාභි දුරය. දුරස්ථ ගසක ප්‍රතිබිම්බය සෑදෙන්නේ කාචයේ නාභි දුරෙහි ය. කාච සූත්‍රය දමා f සොයන්න.

$$-\frac{1}{30} - \frac{1}{20} = \frac{1}{f}, \qquad \frac{1}{f} = \frac{-50}{30\times20} \qquad f = \frac{-30\times20}{50} = -12 \text{ cm}$$

(20) මෙයට දරුවන් බොහෝ කාලයක් මිඩංගු කළාදැයි සැකයක් උපදී. දී ඇති සියළුම ආකාරවල ආලෝක කිරණ හැරෙන්නේ 90° ඒවාවලිනි. 90°කින් කිරණ හැරවිය හැක්කේ 45°, 45° සෘජුකෝණී ප්‍රිස්මයකින් පමණි. බලන්න තියෙන්නෙ එච්චරය. එක එක ප්‍රිස්මය තබා දී ඇති ආකාරවලින් හරවන්න ඔබ උත්සාහ කළා ද? එයින් සිදු වන්නේ අත සහ තවත් අවයව උලුක් වීම පමණි. දී ඇති සියලු රටාවල හැම තැනකදී ම හැරෙන්නේ 90° කෝණ වලිනි. පරාවර්තිත කිරණය 90° කින් හරවන්න ඕන නම් පතන කෝණය 45° විය යුතුය. කතා දෙකක් නැත. (A) සහ (B) ප්‍රිස්මවලින් ඔබට 45° පතන කෝණයක් ගත හැකිද? වීදුරු - වාත අතුරු මුහුණතක් සඳහා අවධි කෝණය 42° පමණ වේ. එමනිසා පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනය සිදුවීම සඳහා පතන කෝණය 42° ට වඩා වැඩි විය යුතුය. 30°න් මෙය සාක්ෂාත් නොවේ. 60°න් හරි ගියාට එවිට පතන හා පරාවර්තන කිරණ අතර කෝණය 120° කි. නැතිනම් කිරණය අපගමනය වන්නේ 60° කිනි.

මේවා මං ලියන වැඩි විස්තරය. දැක්ක ගමන් ඔබ 45° - 45° ප්‍රිස්මයට කෙටිය යුතුය. ප්‍රිස්ම තබ තබා දී ඇති රටා ලබා ගන්න නොයන්න. ගෙදර ගිහිල්ල විභාගෙ ඉවර වුනාට පස්සේ ආසාව හෝ උණක් තිබේනම් රටා ලැබෙන පරිදි (C) ප්‍රිස්ම තබා බලන්න. කොහොමටත් එක (C) ප්‍රිස්මයකින් රටා ලබා ගත නොහැක. ප්‍රශ්නයේ ඇත්තේ වීදුරු ප්‍රිස්ම කියා මිස වීදුරු ප්‍රිස්මයක් කියා නොවේ. එමනිසා (C) ප්‍රිස්ම කැමති තරමක් ඔබට භාවිත කළ හැක. උදාහරණයක් වශයෙන් පළමු රටාව ලබා ගැනීමට ඔබට (C) වර්ගයේ ප්‍රිස්ම දෙකක් අවශ්‍යය.

මෙවැනි ප්‍රශ්න දැකපු ගමන් ඔබට **click** විය යුතුය. හරිම සහකාරිය හෝ සහකරුවා සොයා ගත්තා වගේ. කාලෙ මදි කියා අඬන්නේ ප්‍රිස්ම එක උඩ එක තබා උත්තරය සොයන්න වෙහෙසෙන අයය. තමුන්ට ගැළපෙන හොඳම සහකාරිය හෝ සහකරුවා හොයන්න, එක උඩ එක තබා බලන ක්‍රමය ඉතාම **dangerous** ය.

(21) ප්‍රශ්නය කියවන්න ඉස්සෙල්ලා උත්තරය සොයා ගත හැක. f සමඟ K_{max} හි විචලනය දක්වන ප්‍රස්තාරයේ අනුක්‍රමණය ප්ලාන්ක් නියතයට සමාන විය යුතු අතර අන්තඃඛණ්ඩයේ සෘණ අගයෙන් කාර්යය ශ්‍රිතය ලැබිය යුතුය. $K_{max} = hf - \phi$.එබැවින් ප්‍රස්තාර එකිනෙකට සමාන්තර විය යුතු අතර කාර්යය ශ්‍රිතය වැඩි ලෝහයේ අන්තඃඛණ්ඩය වැඩි අගයක් පෙන්විය යුතුය. බලන්න තියෙන්නේ මේ කරුණු 2 පමණි. නිවැරදි විචලනය (2) ය.

කාර්යය ශ්‍රිතය සඳහා W සංකේතය භාවිත කළේ අපේ කාලයේය. නමුත් එයින් ප්‍රශ්නයට ප්‍රශ්නයක් නැත. ඇත්තටම මේ ප්‍රශ්නවල කඳ දිග වැඩි ද? බුද්ධිමත් ළමයින් මෙවැනි ප්‍රශ්න උඩ සිට යටටම කියවන්නේ නැත. අසන්නේ කුමක්ද කියා ඔවුන්ට පටගාලා වැටහේ. මධ්‍යස්ථ හා ටිකක් දුර්වල ළමයි වචනයක් නෑර මේවා කියවති. ඊට පසු ප්‍රශ්න දිග වැඩියි, කියවන්න වෙලා යනවා කියා කියති. ඇත්තටම මේ ප්‍රශ්නය මෙහෙම ඇහුවොත් ඇති ද? K_{max} හා f සම්මත සංකේතයන්ය.

ප්‍රකාශ විද්‍යුත් පරීක්ෂණයකට බඳුන් කළ A හා B ලෝහ දෙකක A ලෝහයේ කාර්යය ශ්‍රිතය B හි එම අගයට වඩා වැඩිය. නිවැරදි වන්නේ කුමන ප්‍රස්තාරය ද?

මට නම් හිතෙන්නේ මේ ඇතිය කියාය. මගේ මතය පමණි. මේ අයුරින් ප්‍රශ්න දීමේ සම්මුතියකට එළඹුණොත් බොහෝ ප්‍රශ්න කෙටි කළ හැක. කියවීමේ කාලය අඩු කළ හැක. මේ ගැන කතිකාවතක් ඇතිවී නිගමනයකට එළඹීමේ කාලය පැමිණ ඇති බව මගේ විශ්වාසයයි. මෙමගින් දරුවන්ගේ අඥෝනා අවම කළ හැක.

(22) මෙයත් දිගට තිබ්බට උත්තරය ඉතා සරලව ලබා ගත හැක. ඉතා පහසු ප්‍රශ්නයකි. එක් දණ්ඩකට තාප සන්නායකතා සමීකරණය යොදන්න. වෙන මොනවා කරන්නද?

$\frac{P}{2} = \frac{kA(T-T_0)}{l}$; $T - T_0 = \frac{Pl}{2kA}$. උත්තරය නිකම්ම අතේය. මේ ප්‍රශ්නය අමාරුයි කියා අනේ කියන්නේ ඇයි? මේ ප්‍රශ්නයත් පහත ආකාරයෙන් කොට කළ නොහැකිද?

P ක්ෂමතාවයකින් තාපය සපයන මූලාවයවයකින් එක් එක් දණ්ඩට සමානව තාපය සපයයි. ***l, A*** සහ ***k*** යනු පිළිවෙළින් දණ්ඩක දිග, හරස්කඩ වර්ගඵලය සහ තාප සන්නායකතාව නම් අනවරත අවස්ථාවට පත් වූ පසු ***T*** දෙනු ලබන්නේ කුමකින්ද?

A සහ ***k*** රූපයේ සළකුණු කළේ නම් දෙවන වාක්‍යය තවත් කොට කළ හැක.

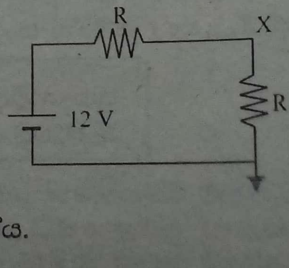
(23) නැනෝ ***peanuts*** ය. වැඩිම තාප හුවමාරුවක් සිදුවන්නේ වැඩිම කාර්යයක් සිදුවන පථයේය. කොයි පාරෙන් ගියත් ΔU එකමය. සිදුවන්නේ ප්‍රසාරණයකි. එමනිසා ΔW ධනය. $\Delta U = \Delta Q - \Delta W$ ට අනුව ΔU එකම නම් ΔW වැඩි වන විට ΔQ ද වැඩි විය යුතුය. නැත්නම් ΔU නියතව තබා ගත නොහැක. වැඩිම කාර්යයක් සිදු වන්නේ ***abc*** පථය ඔස්සේ බව ඇස් එකක් තිබ්බත් පෙනේ. පරිමා අක්ෂය හා වැඩිම වර්ගඵලයක් සාදන්නේ ***a*** සිට ***b*** දක්වා යන පථයය. මෙවැනි ප්‍රශ්න ඕනෑ තරම් ඔබ සාදා ඇතුවාට සැක නැත. අසන්නේ තාප හුවමාරුව ගැන පමණි. ධන ද සෘණ ද කියා සෙවීමට අවශ්‍යතාවයක් නැත.

ඕනනම් තව දුරටත් විශ්ලේෂණය කළ හැක. ***a*** සහ ***b*** ලක්ෂ්‍ය සැලකීමේදී ***b*** හිදී වායුවේ උෂ්ණත්වය ***a*** හිදී එම අගයට වඩා වැඩි විය යුතුය. ***a*** සහ ***b*** ලක්ෂ්‍යවලට වෙන වෙනම $PV = nRT$ යෙදීමෙන් මෙම නිගමනයට එළඹිය හැක. ***P*** එකමයි. නමුත් ***V*** වැඩිවේ. එමනිසා a → b පථයේ ΔU ධන විය යුතුය. a → b පථයේ ΔW ද ධන වේ. එම නිසා $\Delta U = \Delta Q - \Delta W$ ට අනුව, ΔU ධන වීමට නම් ΔQ ද ධන විය යුතුය. $\Delta Q > \Delta W$ ද විය යුතුය. ප්‍රශ්නයක් ගත්තම මේ විදියට විශ්ලේෂණය කරන්න.

(24) මෙයට ප්‍රකාශන ලබා ගැනීමට හැමෝම වගේ පෙළඹුණාද? අවශ්‍ය නැත. කිසිසේත් අවශ්‍ය නැත. ජාල හරහා ගලන්නේ එකම ධාරාවය. එමනිසා ක්ෂමතා පරිභෝජනය I^2R මඟින් ලබා ගත හැක. සමක ප්‍රතිරෝධය උපරිම වන්නේ (C) පරිපථයේ බව ඔබට නිකම්ම නොපෙනේ ද? එහි සියළුම ප්‍රතිරෝධ සම්බන්ධවී ඇත්තේ ශ්‍රේණිගතවය. අනෙක් දෙකේ එසේ සියල්ල ශ්‍රේණිගතවී නොමැත. උපරිම සමක ප්‍රතිරෝධය වන **4R** ට ගහන්න අනෙක් කිසිවෙකුටත් බැරිය. **4R** ට වඩා වැඩි ප්‍රතිරෝධ සැකැස්මක් සොයා ගත හොත් ඔබට නොබෙල් ත්‍යාගය ලබා ගැනීමට හැකිය. ඉතින් කරුමක්කාර (A) හා (B) ජාල දෙස බලන්නේ ඇයි? උත්තරය (3) නොවේද?

ක්ෂමතා පරිභෝජනය සංසන්දනය කරන්න ඔබට පුළුවන්ද? ගණන් නොසාදා අඩුම සමක ප්‍රතිරෝධය ඇත්තේ **(B)** ට බව තර්කයෙන් ඔබට ලබා ගත හැකිද? මං ඉඟියක් දෙන්නම්. උඩ ඉඳන් පහළට ආවම අන්තිමටම යටම තියෙන ***R*** ට යම් ප්‍රතිරෝධයක් සමාන්තරගත වේ. එමනිසා සමක ප්‍රතිරෝධය ***R*** ටත් වඩා අඩු අගයක් ගත යුතුය. **(A)** හි සමක ප්‍රතිරෝධය **2R** ට වඩා යම් ගණනක් වැඩි වියයුතුය. නමුත් **3R** විය නොහැක. දෙයියනේ මෙහෙම තර්ක කරන්න පුරුදු වෙන්න. මගේ නාකි මොළේට පුළුවන් නම් ඔයගොල්ලන්ගේ තරුණ මොළවලට බැරි ඇයි? ප්‍රශ්නය තියෙන්නේ තර්ක කරන්න දක්වන මැළි කමයි. මීට වඩා ***Facebook*** ගිහින් වල් පල් බලන්න ඔයාලා කැමතිය.

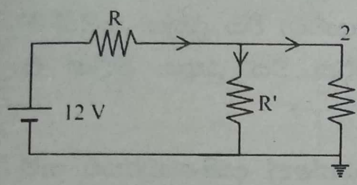
(25) නිකම්ම නිකං ගැටළුවක්ය. මෙවලමට අවශ්‍ය වෝල්ටීයතාව සොයා ගන්න. $W = \frac{V^2}{R}$, $5 = \frac{V^2}{5}$, $V = 5\ V$; $\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S} = \frac{230}{5} = 46$ මෙය අවකර පරිණාමකයක් බව නිකම්ම තේරේ. එවිට (3) , (4) සහ (5) වරණ නිකම්ම ඉවත් කළ හැක. ප්‍රාථමිකයේ පොට සංඛ්‍යාව, ද්විතීයිකයේ පොට සංඛ්‍යාවට වඩා වැඩි විය යුතුය.



(26) තර්කයෙන් විසඳුවහොත් උත්තරය ලබා ගැනීම ඉතා පහසුය. ***X*** ලක්ෂ්‍යයේ වෝල්ටීයතාවයක් ගැන සඳහන් කරන නිසා කෝෂයේ සෘණ අග්‍රය භූගත කරන්න. එය අත්‍යවශ්‍ය නැතිවුනත් එවිට තර්කය පහසු වේ. ***R'*** ගලවා ඉවත් කළවිට පරිපථය මේ වගේය.

මෙවිට X ලක්ෂ්‍යයේ වෝල්ටීයතාවය 6 V විය යුතුය. ඇයි 12 V සම සමව R දෙක හරහා බෙදෙනවනේ. R' ඉවත් කළ විට X හි වෝල්ටීයතාවය 4 V වලින් වැඩිවේ නම් R' තියන විට X හි වෝල්ටීයතාවය 2 V විය යුතුය. (2 + 4 = 6) දැන් පෙර පරිපථයට යන්න. ඉහත පරිපථය මං ඇන්දට ඔබ එය ඇඳිය යුතු නැත. පරිපථය නොඇඳ මනෝමයෙන් R' තියෙන විට X හි වෝල්ටීයතාව 2 V බව ලබා ගත හැක. දැන් ප්‍රශ්න පත්‍රයේ X ලඟට 2 V දාගන්න.

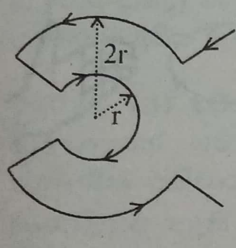
දැන් R' සෙවිය නොහැකිද? ක්‍රම දෙකකට මෙය සෙවිය හැක. R හා R' සමකය හරහා වෝල්ටීය 2 V නම් පරිපථයේ ඉතිරි R හරහා වෝල්ටීයතාව 10 V ක් වේ. දැන් ධාරාවන්ගේ ඓක්‍යය සැලකුවහොත්,



$$\frac{10}{R} = \frac{2}{R} + \frac{2}{R'} \quad \rightarrow \frac{1}{R'} = \frac{5}{R} - \frac{1}{R} \quad \rightarrow R' = \frac{R}{4}$$

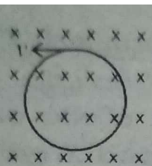
අනෙක් ක්‍රමය නම් R' හා R සමකය හරහා වෝල්ටීයතාවය 2 V ද වමෙන් ඇති ඉතිරි R හරහා වෝල්ටීයතාවය 10 V නිසා R හා R' සමාන්තරගත සමකය හරහා ප්‍රතිරෝධය $\frac{R}{5}$ විය යුතුය. R හරහා 10 ක් නම් 2 ක් වෙන්නේ $\frac{R}{5}$ හරහාය. දැන් සමාන්තරගත සමකය සඳහා $\frac{5}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R'}$ විය යුතුය. $\rightarrow\ R' = \frac{R}{4}$

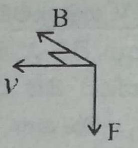
(27) එක් එක් හැඩයන්ගෙන් යුත් මෙවැනි සැකැස්මවල් ඕනෑ තරම් ප්‍රශ්න පත්‍රවල ඇත. පළමුව ධාරාවේ දිශාව කම්බිවල සටහන් කර ගන්න. හැකිතරම් කටු වැඩ අවම කර ගන්න. කුඩා රවුමේ ධාරාව ගලන්නේ දක්ෂිණාවර්තවය. තව ද කුඩා රවුමේ සම්පූර්ණ රවුමකින් $\frac{3}{4}$ක් ඇත. එමනිසා එමගින් ඇතිවන චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය වන්නේ $\frac{3}{4}\frac{\mu_0 I}{2r}$ය. ලොකු රවුම සම්පූර්ණ රවුමකින් හරි අඩක් වන අතර එහි ධාරාව ගලන්නේ වාමාවර්තවය. එමගින් ඇතිවන B අගය $\frac{1}{2}\frac{\mu_0 I}{2(2r)}$වේ. කුඩා රවුමෙන් ඇතිවන B කඩදාසිය තුළට වන අතර ලොකු රවුම් කොටසෙන් ඇති වන B කඩදාසියෙන් ඉවතට ක්‍රියා කරයි. තව ද පුංචි රවුම් කොටසින් ඇතිවන B හි අගය විශාලත්වයෙන් වැඩිය. කේන්ද්‍රයට ලඟත් වැඩිය. වැඩි කොටස් ප්‍රමාණයකින් ද යුක්තය. එමනිසා O හි සඵල චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය වන්නේ, $\frac{3}{4}\frac{\mu_0 I}{2r} - \frac{1}{2}\frac{\mu_0 I}{4r}$ ය. ඔබ කටුවැඩ කොළයේ ලිවිය යුත්තේ මෙයය. ඊට පසු සුළු කරන්න. $\frac{2\mu_0 I}{8r} = \frac{\mu_0 I}{4r}$. පද දෙකේම ඇත්තේ එකම පොදු හරය නිසා සුළු කිරීම ඉතා පහසු වේ.



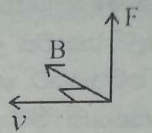
(28) තන්තුවල දිග වෙනස් කොට නොමැත. අවස්ථා දෙකේදීම තන්තුව මැදින් පෙළා ඇති නිසා ජනිත වන තරංග ආයාම වෙනස් නොවේ. එමනිසා සංඛ්‍යාතය f, තීර්යක් තරංග ධ්වනි වේගයට (v) සමානුපාතික වේ. $v \propto \sqrt{T}$ එනම්, $f \propto \sqrt{T}$.   0.81 හි වර්ග මූලය 0.9 වේ. නුගැසුම් සංඛ්‍යාතය $= f - 0.9f = 5 \Rightarrow f = 50$ Hz සමීකරණ හා ගණිතය අඩුම ක්‍රමය මෙයයි. සමානුපාත නියතයන් ඇඳා ගතහොත් දික්වේ. දිග ක්‍රමයට හැදුවොත් $f = k\sqrt{T}$, $f_1 = k\sqrt{0.81\,T} = k0.9\sqrt{T}$ $\therefore k\sqrt{T} - 0.9\,k\sqrt{T} = 5 \ \rightarrow k\sqrt{T} = 50 = f.$ 0.81 දී ඇත්තේ වර්ගමූලය පහසුවෙන් ගත හැකි වීම සඳහා බව ඔබට පෙනිය යුතුය.

(29) ඉතා පහසු ප්‍රශ්නයකි. ටිකක් සිතිය යුත්තේ ගමන් කරන අත ගැන පමණි. $qvB = \frac{mv^2}{r}$ ට අනුව ස්කන්ධය වැඩි ප්‍රෝටෝනය විශාල වෘත්තාකාර පථයක ගමන්කළ යුතුය. q සහ v එක සමාන නිසා (විශාලත්ව) $r \propto m$. ගමන් කරන අත සොයා ගැනීම සඳහා ඉලෙක්ට්‍රෝනය v වේගයකින් චුම්භක ක්ෂේත්‍රයට ඇතුළු වන අවස්ථාවක් සලකා බැලිය යුතු නැත. අංශු පැමිණෙන්නේ ඉහළින් ද පහළින් ද නැතිනම් පැත්තෙන් ද කියා සිතිය යුතු නැත. පථවල යන බව ප්‍රශ්නයේ දී ඇත. එමනිසා කළ යුත්තේ වාමාවර්ත හෝ දක්ෂිණාවර්ත යැයි නිගමනය කොට එම තීරණය නිවැරදි ද කියා බැලීමය. ඉලෙක්ට්‍රෝනය සලකා බලමු. එය වාමාවර්තව ගමන් ගන්නේ යැයි සිතා v හි දිශාව සලකුණු කරමු.





ධන ආරෝපණයක් නම්



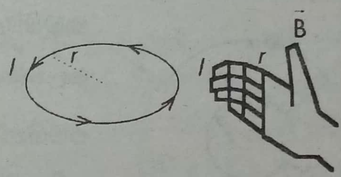
සෘණ ආරෝපණයක් නිසා

ඊලඟට qvB බලයේ දිශාවෙන් තෝරා ගත් අත නිවැරදි දැයි තීරණය කරන්න. මෙම තීරණය නිවැරදි නොවන බව පෙනේ. ඉලෙක්ට්‍රෝනය වාමාවර්තව යන්නේ නම් F බලය පහළට (කේන්ද්‍රය දිශාවට) විය යුතුය. නමුත් F බලය ඇත්තේ ඉහළටය. එසේනම් ආයේ කතා දෙකක් නැත. පථය දක්ෂිණාවර්ත විය යුතුය. මුලින් ම දක්ෂිණාවර්ත යැයි නිගමනය කළේ නම් එම තීරණය නිවැරදි බව පෙනේ.

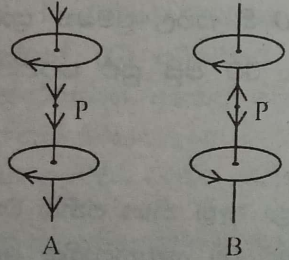
එමනිසා ඉලෙක්ට්‍රෝනය ගමන් කරන්නේ දක්ෂිණාවර්ත පථයකයි. ඉලෙක්ට්‍රෝනය යන්නේ දක්ෂිණාවර්තව නම් ප්‍රෝටෝනය යා යුත්තේ වාමාවර්තවය. ඇයි? ප්‍රෝටෝනයේ ආරෝපණය ධන නේ. ඒ ගැන අලුතින් හිතන්න ඕන නැත. ඉලෙක්ට්‍රෝනය දක්ෂිණාවර්ත නම් ප්‍රෝටෝනය වාමාවර්ත වේ. ප්‍රෝටෝනයේ ස්කන්ධය ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ස්කන්ධයට වඩා වැඩි නිසා ප්‍රෝටෝනය යන පථයේ අරය වැඩි විය යුතුය.

(30) ධාරාවක් රැගෙන යන වෘත්තාකාර පුඩුවක කේන්ද්‍රයේ නොවන අක්ෂයේ පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක චුම්භක ස්‍රාව සනත්ව සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලිවීම විෂය නිර්දේශයේ නැත. නමුත් එහි දිශාව සරලව ලබා ගත හැක. දකුණතේ මහපට ඇඟිල්ල අනෙක් ඇඟිලිවලට ලම්භකව තබා එම ඇඟිලි තුඩු ධාරාව ගමන් කරන දිශාවට යොමු කරන්න. එනම් ඇඟිලි තුඩු ධාරාවේ දිශාවට යොමු කරමින් පුඩුව මත ඇඟිලි ස්ථානගත කරන්න. එවිට මහපට ඇඟිල්ල යොමුවන දිශාවෙන් චුම්භක ක්ෂේත්‍රයේ දිශාව ලැබේ. රූපය බලන්න.

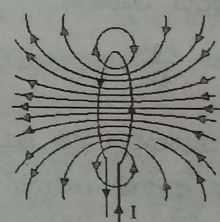
RHR3



මේ අනුව A සැකැස්මේ P ලක්ෂ්‍යයේ චුම්භක ස්‍රාව සනත්ව එකට එකතු වන අතර B සැකැස්මේ P ලක්ෂ්‍යයේ දී චුම්භක ස්‍රාව සනත්ව එකිනෙකට විරුද්ධ දිශාවට පවතින බව ටක් ගාලා පෙනේ.

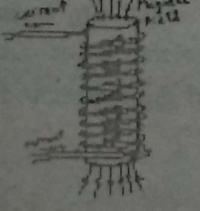


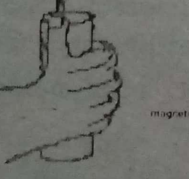
ඇත්තටම B සැකැස්මේ P ලක්ෂ්‍යයේ චුම්භක ස්‍රාව සනත්වය ශුන්‍යය. එහි අභිශුන්‍ය ලක්ෂ්‍යයකි. C සැකැස්මේ විරුද්ධ දිශාවන්ට සමාන ධාරා ගලා යන පුඩු දෙකක් ඉතා සමීප ව X හි පිහිටා ඇති නිසා එම ධාරා දෙකෙන් එකම දුරින් ඇති P ලක්ෂ්‍යයේ ඇති කරන චුම්භක ස්‍රාව සනත්ව එකිනෙකින් නිෂේධනය වේ. එම නිසා C සැකැස්මේ P ලක්ෂ්‍යයේ චුම්භක ස්‍රාව සනත්වය ලබා දෙන්නේ තනි Y කේන්ද්‍ර කොට ගත් පුඩුවෙන් පමණි.

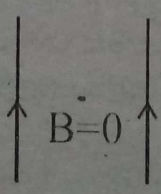


එමනිසා සරලව සිතුවොත් එක් ධාරා පුඩුවක් මඟින් P හි ඇති කරන චුම්භක ස්‍රාව සනත්වයෙහි විශාලත්වය B නම්, A සැකැස්ම සඳහා $B_A = 2B$; B සැකැස්ම සඳහා $B_B = 0$; C සැකැස්ම සඳහා $B_C = B$. දැන් ටක් ගාලා $B_A > B_C > B_B$ බව නිගමනය කළ හැක.

ධාරාව රැගෙන යන ඍජු කම්බි සහ ධාරා රැගෙන යන පුඩු එකිනෙකට සමක නොකරන්න. සමාන ධාරා එකම දිශාවකට රැගෙන යන සමාන්තර කම්බි දෙකක නම් හරි මැද සඵල චුම්භක ස්‍රාව සනත්වය ශුන්‍ය වේ.





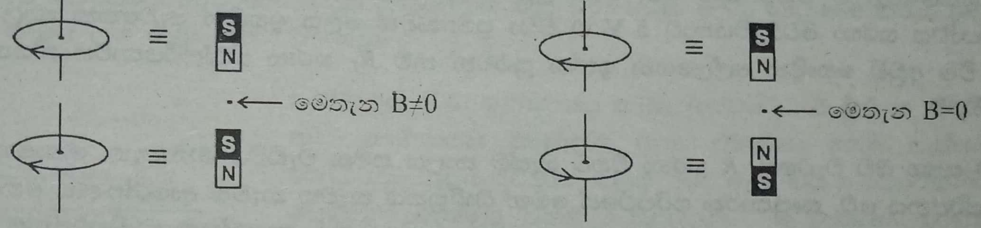


මෙවිට මහපට ඇඟිල්ල ධාරාවේ දිශාවට යොමු කොට අනෙක් ඇඟිලි තුඩු යොමුවන දිශාවෙන් චුම්භක ක්ෂේත්‍රයේ දිශාව ලැබේ. ඒ අනුව හරි මැද $B = 0$ වේ.

සමාන ධාරා එකම දිශාවකට රැගෙන යන සමාන්තර වෘත්තාකාර ධාරා පුඩු දෙකක හරි මැද $B = 0$ නොවේ. මෙහිදී B එකම දිශාවට ක්‍රියා කර සඵලය දෙගුණ කරයි. එබැවින් මෙ සැකැස්මවල් දෙක එකිනෙකට පටලවා

නොගන්න. ලංව පිහිටි එකම දිශාවට ධාරාව රැගෙන යන වෘත්තාකාර පුඩු එකට ගත් කළ පරිනාලිකාවක් වගේය. පරිනාලිකාවේ අක්ෂය ඔස්සේ චුම්භක ස්‍රාව සනත්වයේ විශාලත්වය වට ගණන වැඩි වන්නට වැඩි වන්නට වැඩිවේ. කිසිවිටකත් ශූන්‍ය නොවේ.

වෙනත් විදියකට බැලුවහොත් ධාරාවක් රැගෙන යන වෘත්තාකාර පුඩුවක් පුංචි දණ්ඩ චුම්බකයකට සම කළ හැක.



පෙර සඳහන් කළ පරිදි ඇඟිලි යොමු කළොත් මහපට ඇඟිල්ල යොමු වන්නේ උත්තර ධ්‍රැවය දිශාවටය.

(31) මෙය වැරදිය හැකි ප්‍රශ්නයකි. ඇත්තේ භෞතික විද්‍යාව හා *logic* ක්ය. මෙවැනි ප්‍රශ්න කිහිප විටක් පරීක්ෂා කොට ඇත. මෙවැනි ප්‍රශ්නවල රහස වන්නේ දී ඇති කරුණු පාදක කොට ගෙන පමණක් වගන්තිවල සත්‍ය/අසත්‍යතාවය ලබා ගැනීමයි. *P* හි විචලනයෙන් අපට නිගමනය කළ හැක්කේ කුමක් ද? එහි ඉතා ඉක්මණින් පට ගාලා උෂ්ණත්වය නැග ඇති බවයි. මෙයට අදාල ගුණය වන්නේ ඉක්මණින් ප්‍රතිචාර දැක්වීමයි. ඉක්මණින් ප්‍රතිචාර දැක්වූ පළියට සංවේදී යැයි නිගමනය කළ හැකි ද? සංවේදීතාවය යනු යම් උෂ්ණත්ව වෙනසකට අදාළව උෂ්ණත්වමිතික ගුණය වැඩි ප්‍රමාණයකින් වෙනස් වීමයි. එවිට කුඩා උෂ්ණත්ව වෙනසක් පවා මැනිය හැක.

එමනිසා (A) හරියට ම සත්‍ය යැයි කිව නොහැක. සත්‍ය වන්නට ද පුළුවන. අප දන්නේ නැත. දී ඇති විචලනයෙන් ගම්‍ය වන්නේ එම උෂ්ණත්වමානය ඉක්මණින් ප්‍රතිචාර දක්වන උෂ්ණත්වමානයක් යන්නය. ඉක්මණින් ප්‍රතිචාර දක්වන අය බොහෝ විට සංවේදී නොවන්නට පුළුවන. ටක්ගාලා ප්‍රතිචාර දක්වන්න ගිහින් සංවේදීතාව නැති කර ගන්නට එපා!! එවිට ඔබේ සහකාරිය ඔබ හැර යනු ඇත. මේ දෙකෙන් එකම ගුණය නිරූපණය නොවේ.

(B) නම් සත්‍ය බව වැටහේ. බඳුනෙහි ඇත්තේ 100 ^{0}C හි ඇති තෙල්ය. එමනිසා අවසානයේදී උෂ්ණත්වමාන පාඨාංකය 100 ^{0}C විය යුතුය. අවසානයේ θ, 100 ^{0}C නොපෙන්වයි. එමනිසා එය නිරවද්‍ය නොවන උෂ්ණත්වමානයක් ලෙස හංවඩු ගැසිය හැක. මෙය රසදිය උෂ්ණත්වමානයක් නම් 98 ^{0}C හරියේ රසදිය කඳ හිරවෙලාය. *R* උෂ්ණත්වමානය නිරවද්‍ය නොවේ යැයි තර්ක කළ නොහැක. නිරවද්‍ය වීමට නම් උෂ්ණත්වමිතික ගුණය රේඛීයව වෙනස් වීම අනිවාර්ය සාධකයක් නොවේ. වෙනස් වනවා නම් ඒ ඇතිය. රේඛීය නොවේ නම් ඒ අනුව ක්‍රමාංකනය කර ගත හැක.

(C) වගන්තිය හරියන්නත් පුළුවන. නමුත් හරියටම හරි කියා කිව නොහැක. මෙහි සඳහන් කර ඇත්තේ පරිමාණය රේඛීය නොවේ යන්නය. එනම් ඉහළ උෂ්ණත්වවලදී (100 ^{0}C ට කිට්ටු වන විට) අනුයාත පරිමාණ සලකුණු දෙකක් අතර පරතරය ක්‍රමයෙන් වැඩි වන සේ පරිමාණ සලකුණු යොදා ඇති බවයි. මෙසේ වුවහොත් *R* සඳහා දී ඇති විචලනය ලැබේ. නමුත් මේ විචලනයට හේතුව මෙයම පමණක් ද? ඉහළ උෂ්ණත්වවලදී උෂ්ණත්මිතික ගුණය රේඛීය නොවීම මෙයට හේතුවක් විය නොහැකි ද? ඇත්තටම එය එසේ විය හැකිය.

පරිමාණය රේඛීය නොවීමට වඩා උෂ්ණත්මිතික ගුණය රේඛීය නොවීම වැඩි සම්භාවිතාවයකින් සිදු විය හැක. එනම් උෂ්ණත්වය වැඩිවීමත් සමඟ උෂ්ණත්වමිතික ගුණයේ වැඩිවීමේ ශීඝ්‍රතාවය අඩු වීඇත. එබැවින් (C) සත්‍ය යැයි නිගමනය කළ නොහැක. හරියටම සත්‍ය යැයි නිගමනය කළ හැක්කේ (B) පමණි.

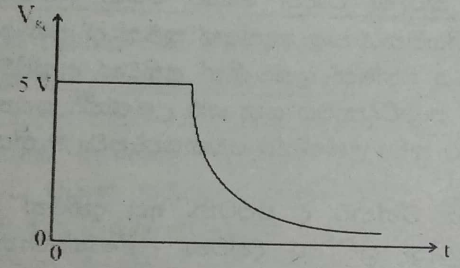
(32) මෙම පරිපථ කොටස සුමටන ධාරිත්‍රකය සමඟ වූ වෝල්ටීයතාව යාමනය කරන ලද සේතු සෘජුකාරකයක ඇති පරිපථ කොටසට සමක නොවන්නේ ද? 2013 ප්‍රශ්න පත්‍රයේ 9 (B) ප්‍රශ්නය මතක තිබුණේ නම් මෙහි පිළිතුර ලබා ගැනීමට පහසු වනු ඇත. (A) ප්‍රකාශය සත්‍ය බව කියවන කොටම තේරේ. සෙනර් දියෝඩයේ බිඳ වැටුම් වෝල්ටීයතාවය 5 V වේ. එමනිසා R_L හරහා වෝල්ටීයතාවය හෙවත් සෙනර් දියෝඩය හරහා වෝල්ටීයතාව 5 V ලෙස රඳවා තබා ගැනීමට නම් ධාරිත්‍රකය හරහා වෝල්ටීයතාව 5 V ට වඩා ඉහළින් තිබිය යුතුය. දෙන එක්කෙනා ගාව වැඩියෙන් නැතිනම් පාරිභෝගිකයා ගාව කොහොම තියෙන්න ද? ප්‍රමාණවත් ලෙස

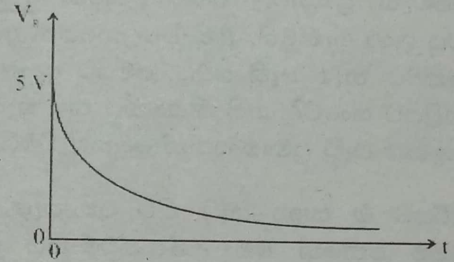
ඉහළින් පවතින තුරු යන්තෙන් අදහස් වන්නේ ධාරිත්‍රකයේ වෝල්ටීයතාවයෙන් කොටසක් R හරහා බසින බැවිනි. R යනු සෙනර් දියෝඩය ආරක්ෂා කර ගැනීම සඳහා යොදන ආරක්ෂක ප්‍රතිරෝධයයි.

2013 ප්‍රශ්නයේ මෙවන් ප්‍රශ්නයක් අසා ඇත. සුමටන ධාරිත්‍රකය සඳහා කුඩා අගයක් වෙනුවට විශාල අගයක් භාවිත කිරීමේ වාසිය කුමක් ද? මෙයට අදාළ පිළිතුරෙන් ම (B) වගන්තිය වැරදි බව වටහා ගත හැක. C අඩු නම් ධාරිත්‍රකය ඉක්මණින් ම විසර්ජනය වේ. එසේ වූ විට ධාරිත්‍රකය හරහා වෝල්ටීයතාවය ඉක්මණට බසී. එවිට සෙනර් දියෝඩය හරහා වෝල්ටීයතාව 5 V ට වඩා ප්‍රමාණවත් ලෙස ඉහළින් පැවතෙන කාල පරාසය අඩුවේ. විසර්ජනය වීම අඩුවී හොඳින් අල්ලගෙන ඉන්න පුළුවන් නම් R_L හරහා වෝල්ටීයතාවය නියතව පවතින කාල පරාසය වැඩිවේ.

(C) නිකම්ම සත්‍ය බව වැටහේ. R හරහා විභව බැස්ම කාලය සමඟ වැඩිවිය නොහැක. කොහොමටත් ධාරිත්‍රකය R හරහා විසර්ජනය වේ. සෘජුකාරක පරිපථයේ මෙන් ධාරිත්‍රකය නැවත නැවත ආරෝපණය නොවේ. ආරෝපිතවූ ධාරිත්‍රකයක් ප්‍රතිරෝධකයක් හරහා සම්බන්ධ කළවිට ධාරිත්‍රකයේ ආරෝපණය විසර්ජනය වීම වැළැක්විය නොහැක. යන්නට පාර හදලා දුන්නම අල්ලගන්න කෙනෙක් නැතිනම් යන දේ යනවාමය.

ඕන නම් R_L සහ R හරහා කාලය (t) සමඟ වෝල්ටීයතා විචලන ප්‍රස්තාරගත කළ හැක.





කාලය $t = 0$ දී $V_C = 10$ V. $V_{R_L} = 5$ V. එමනිසා $V_R = 5$ V. කාලය සමඟ V_C හා V_R හි අගයයන් ක්‍රමයෙන් අඩුවේ. V_{R_L} හි අගය යම් කාල පරාසයක් පුරා නියතව පවතී. $[V_C = V_{R_L} + V_R]$

(33) මේ ප්‍රශ්නෙ ලිහන්නට විවිධ ක්‍රම තිබෙන්නට පුළුවන. මම නම් කරන්නේ මෙහෙමය. ප්‍රදාන සහ ප්‍රතිදානය දෙස බලා අදාල සත්‍යතා වගුව ලබා ගත්තොත් උත්තරය අතේය. කටුවැඩ කොළයේ A, B සහ F ලෙස ලියාගෙන ඇස් ප්‍රදාන සහ අදාල ප්‍රතිදානය හරහා වමේ සිට දකුණට ගෙනියන්න. ප්‍රථමයෙන් හම්බවෙන්නේ $A = 0$, $B = 0$, $F = 0$. ඊළඟ *set* එක බලන්න. එම *set* එක $A = 0$, $B = 1$, $F = 0$. ඊළඟට හම්බවෙන්නේ ආයේ $A = B = 0$, $F = 0$ ය. වැඩක් නැත. ලියන්න එපා. ඊටපසු හම්බවෙන්නේ $A = B = 1$, $F = 1$ ය. මේ විදියට ගියාම සත්‍යතා වගුව සම්පූර්ණ වේවි. මෙය AND ද්වාරයක් නොවේද? තවත් ඇතට බැලීමට අවශ්‍ය ද?

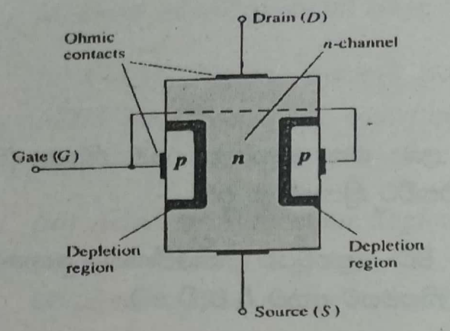
A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	1	1
1	0	0

(34) ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ට්‍රාන්සිස්ටරය යටතේ ප්‍රශ්නයක් දුන් පළමු අවස්ථාව නිසා (ආකෘති ප්‍රශ්න පත්‍රයේ හැර) මේ පිළිබඳ විස්තරයක් ලිවීම මැනව යැයි හැඟේ.

අර්ධ සන්නායක උපාංග බිහිවීමට පෙර සංඥා වර්ධනය කරන ලද්දේ රික්ත නළ මගිනි. රික්ත නළ තාක්ෂණය දැන් භාවිත නොකරන නිසා ඒවා කවුරුවත් උගන්නන්නේ නැත. අප විශ්ව විද්‍යාලයේ ඉගෙන ගන්නා කාලයේ රික්ත නළ අපට උගන්වන ලදී. ඒ කාලයේ තිබූ රේඩියෝ පවා ක්‍රියාත්මක වූයේ රික්ත නළ / වැල්ව (*vacuum tubes / valves*)මාර්ගයෙනි. ඒ ගුවන් විදුලි යන්ත්‍ර ප්‍රමාණයෙන් විශාලය. පකිස් පෙට්ටි වැනිය. ට්‍රාන්සිස්ටර් වැනි අර්ධ සන්නායක උපාංග භාවිතයට ආ පසු සියළු දේ ප්‍රමාණයෙන් කුඩා විය. ශක්ති පරිභෝජනය අතින් ද අර්ධ සන්නායක උපාංග පාවිච්චිය පොකට් එකට ලාභය. 1945 ගණන්වල සිටම *Shockley* (ට්‍රාන්සිස්ටරය සොයා ගැනීමට දායක වූ 1956 දී නොබෙල් ත්‍යාගයෙන් පිදුම් ලත් එක් විද්‍යාඥයෙක්) ට අර්ධ සන්නායක භාවිත කොට වර්ධක උපාංගයක් සෑදීමට අවශ්‍ය විය. අර්ධ සන්නායකයක් හරහා ගලා යන ධාරා ප්‍රවාහයක් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් මගින් පාලනය කිරීමට හැකි විය යුතු යැයි ඔහු තර්ක කළේය. 'ක්ෂේත්‍ර ආවරණ' යන නම පට බැඳුණේ ද මේ නිසා ය. ඇත්තට ම ඔහුට අවශ්‍ය වූයේ එකළ වර්ධක පරිපථවල භාවිත කළ රික්ත ත්‍රියෝඩ නළ (*vacuum triode tubes*) අර්ධ සන්නායක උපාංගයකින් ප්‍රතිස්ථාපනය කිරීමට ය. මුල දී ඔහුගේ වෑයම අසාර්ථක වුවත් අවුරුදු 20 කට පමණ පසුව ඇමරිකාවේ *Bell Labs* හි පළමු *FET* එක සාදන ලදී. මුල දී අසාර්ථක වුවත් කිසිවිටක පසුබට

වන්න එපා!! *FET* එකක ධාරාව ගැලීමේ භෞතික යාන්ත්‍රණය රික්ත නළයක ධාරාව ගැලීමේ යාන්ත්‍රණයට වඩා සහමුලින් ම වෙනස් වුව ද ලැබෙන ලාක්ෂණික එක සමානය. මෙය ඔබට මෙම විස්තරයේ අන්තිමට පැහැදිලි වේවි.

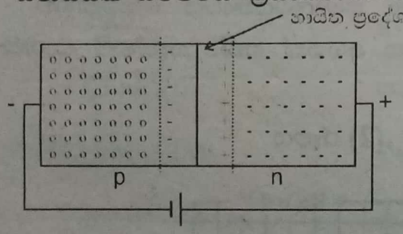
දැන් අපි *JFET* (සන්ධි ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ට්‍රාන්සිස්ටරය) එකක ක්‍රියාකාරීත්වය විමසා බලමු. එය *n* චැනල ට්‍රාන්සිස්ටරයක් නම් *n* වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක කැබැල්ලක මැද වටා අධික ලෙස මාත්‍රණය කරන ලද *p* වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක කැබැල්ලක් ඇත. රූපය බලන්න.



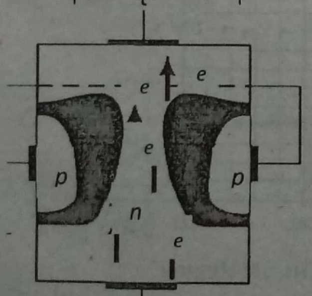
n වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක කැබැල්ල වටේට ම මුද්දක් මෙන් *p* වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක කැබැල්ල ඇත. එමනිසා මෙහි ඇත්තේ එක් *pn* සන්ධියකි. රූපය ද්විමාන ලෙස ඇඳ ඇති විට *p* කොටස් දෙකක් වගේ පෙනුනට ඇත්තේ එකම *p* වළල්ලකි. *n* චැනලය හරහා ගලා යන ධාරාව පාලනය කිරීමට නම් ද්වාරය හෙවත් ගේට්ටුව වටේට ම තිබිය යුතුය. හරියට වතුර ගලන බටයක් මැදට වටේටම මුදුවක් දමා හිර කරනවා වැනිය. *JFET* එකක් අග්‍ර තුනක උපාංගයකි. ඒවා ප්‍රභවය **(Source)**, සොරොව්ව **(Drain)** හා ද්වාරය **(Gate)** ලෙස නම් කොට ඇත. ප්‍රභවය හා සොරොව්ව *n* වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක කැබැල්ලටද ද්වාරය *p* වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක කැබැල්ලටද ලෝහ ස්පර්ශක (ඕමික ස්පර්ශක - **Ohmic contacts**) මගින් සම්බන්ධ කොට ඇත.

ප්‍රථමයෙන් ද්වාරය සහ ප්‍රභවය අතර වෝල්ටීයතාව $V_{GS} = 0$ ලෙස ගනිමු. ප්‍රභවය භූගත කොට ඇතැයි සිතමු. සොරොව්ව, ප්‍රභවයට සාපේක්ෂව ධනව පවතින නිසා *n* වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක කැබැල්ලේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රභවයේ සිට සොරොව්වට ගලයි. එවිට *n* වර්ගයේ කැබැල්ල තුළ යම් ලක්ෂ්‍යයක විභවය කොපමණද? *n* වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකය හරහා ඕමික විභව බැස්මක් ඇතිවේ. විභවය ශුන්‍යයේ සිට (ප්‍රභවයේ සිට) ධන විභවයක පවතින සොරොව්ව කරා රේඛීයව වැඩි වේ. මෙය V_{DS} ලෙස හඳුන්වමු.

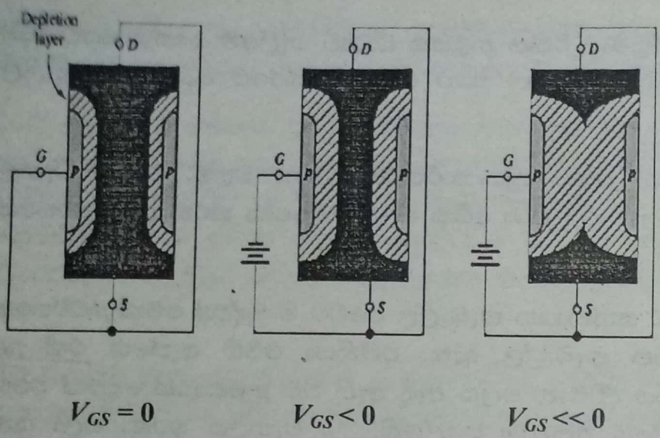
දැන් *pn* සන්ධිය ඇති පෙදෙස ගැන අවධානය යොමු කරමු. මුලින් ම සලකන්නේ $V_{GS} = 0$ අවස්ථාවය. එනම් ප්‍රභවය භූගත කොට ඇති නිසා ද්වාරය ද භූගත කොට ඇත. එසේනම් *p* කැබැල්ලේ විභවය ශුන්‍යය. *p* කැබැල්ල සමීපයේ ඇති *n* කැබැල්ලේ විභවය ධනය. එසේනම් *pn* සන්ධිය ඇත්තේ පසු නැඹුරු අවස්ථාවේය. මෙය ඔබ *pn* සන්ධියක් සමීපයේ ක්‍රියාකාරීත්වය යටතේ ඉගෙන ගෙන ඇතිවාට සැක නැත. රූපය බලන්න.



JFET එකේ *pn* සන්ධිය (ද්වාර - ප්‍රභව සන්ධිය) පසු නැඹුරුව පවතින අතර මෙම පසු නැඹුරු වෝල්ටීයතාව ප්‍රභවය පැත්තේ සිට සොරොව්ව පැත්තට යන විට ක්‍රමයෙන් වැඩිවේ. ඇයි? පෙර සඳහන් කළ පරිදි ප්‍රභවයේ සිට සොරොව්ව පැත්තට *n* වර්ගයේ අර්ධ සන්නායක කැබැල්ල හරහා වෝල්ටීයතාව ක්‍රමයෙන් වැඩි වන බැවිනි. මේ හේතුව නිසා *p-n* සන්ධිය අතර හටගන්නා හායිත ප්‍රදේශය **(depletion region)** සොරොව්ව පැත්තට යන විට ටිකක් මහත් (පළලින් වැඩි) වන අතර ද්වාරය අවසන් වන විට නැවත ශුන්‍ය තත්වයට පත් විය යුතුය. හායිත ප්‍රදේශයේ මෙම අසමමිතික හැඩය මෙම රූපයේ පෙන්වා ඇත. සොරොව් ධාරාව වන I_D ගැලිය යුත්තේ මේ හායිත ප්‍රදේශ අතරින් ය. ද්විමානව ඇඳ ඇති රූපයේ හායිත ප්‍රදේශ දෙකක් ලෙස පෙනෙන පරිදි ඇඳ තිබුණ ද *n* ද්‍රව්‍යය වටාම *p* ද්‍රව්‍යය ඇති නිසා රවුමට ම (වටේට ම) ඇත්තේ එක් හායිත ප්‍රදේශයකි. ත්‍රිමාණව සිතන්න.

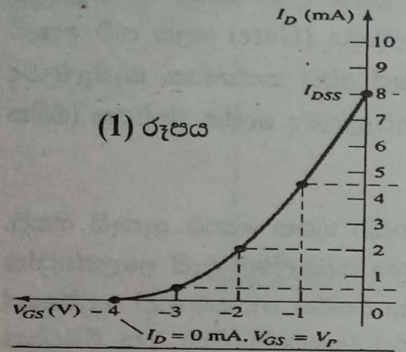


දැන් ප්‍රභවයට සාපේක්ෂව ද්වාර වෝල්ටීයතාව සෘණ කරන්නේ නම් ($V_{GS} < 0$) ඒ සමඟ ම පසු නැඹුරු වෝල්ටීයතාව මෙන් ම හායිත ප්‍රදේශය ද වැඩි වේ. හායිත ප්‍රදේශය පළල් වන විට ධාරාව (I_D) තුනී ප්‍රදේශයක් (චැනලයක්) හරහා ගැලිය යුතුයි. ධාරාව ගලන ප්‍රදේශය පටු වන විට චැනලයේ ප්‍රතිරෝධය වැඩිවේ. මේ නිසා V_{GS} වැඩි වැඩියෙන් සෘණ කරන විට I_D ද ක්‍රමයෙන් අඩුවේ. එබැවින් යම් V_{GS} අගයක දී ගලන ධාරාව ශුන්‍ය කළ හැක. මෙම විචලනය (1) රූපයෙන් පෙන්වා ඇත.



වෙන විදියකට සිතුවොත් ප්‍රභවයට සාපේක්ෂව ද්වාරය සෘණව වැඩි කරගෙන යෑමේ දී හායිත ප්‍රදේශය පළල් වී මහත තැනින් එකට එකතු වන විට ගලන සොරොව් ධාරාව ශූන්‍ය වේ. බෙල්ලෙන් ම අල්ලා ගත්තා වැනිය. වතුර ගලන රබර් බටයක් ටික ටික ඇඟිලිවලින් තද කොට අන්තිමට වතුර ගැලීම නවත්වනවා වැනිය. (1) රූපයෙන් පෙන්වා ඇත්තේ *n* චැනල සන්ධි ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ට්‍රාන්සිස්ටරයක V_{GS} - I_D ලාක්ෂණිකයයි.

දැන් V_{DS} - I_D ලාක්ෂණිකය ගැන සිතා බලමු. මෙය එකපාරටම ලබා ගත නොහැක. යම් නියත ද්වාර වෝල්ටීයතාවයක දී (එනම් V_{GS} යම් අගයක ඇති විට) ආවරණ දෙකක් එකවිට ක්‍රියාත්මක වේ.



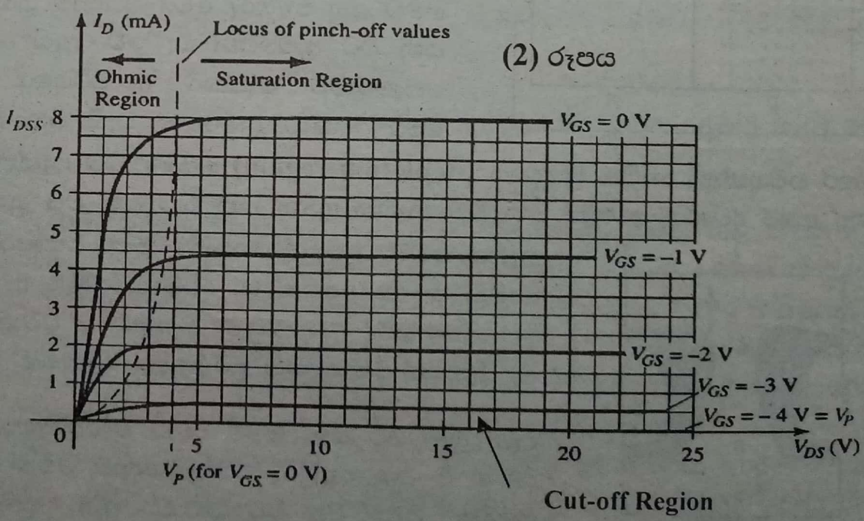
(1) රූපය

(i) V_{DS} ක්‍රමයෙන් වැඩි කරන විට (ප්‍රභවයට සාපේක්ෂව සොරොව් වෝල්ටීයතාවය වැඩි කරන විට) ඕම් නියමයට අනුව I_D වැඩි වේ.

(ii) නමුත් V_{DS} ක්‍රමයෙන් වැඩි කරන විට *p-n* සන්ධිය හරහා පසු නැඹුරු වෝල්ටීයතාවය වැඩි වී එයින් හායිත ප්‍රදේශය පළල් වී ධාරාව ගැලීමට පටු චැනලයක් ලබා දීම මගින් I_D අඩු වේ.

ඉහත ආවරණ දෙක ක්‍රියාත්මක වන්නේ එකිනෙකට ප්‍රතිවිරුද්ධ අතටය. ඉතින් I_D, V_{DS} සමඟ වැඩි වෙයිද? නැත්නම් අඩුවෙයිද? තර්ක කළ යුත්තේ මෙසේය. හායිත ප්‍රදේශය පළලින් අඩු වී චැනලයේ පළල වැඩියෙන් ඇතිවිට V_{DS} වැඩි කිරීමෙන් චැනලයේ පළල අඩු වීම සාපේක්ෂව කුඩා යැයි සැලකුවොත් දෙවන ආවරණයේ බලපෑම පළමු ආවරණයට සාපේක්ෂව අඩුවෙන් ක්‍රියාත්මක වන නිසා මුලදී V_{DS} වැඩි කරන විට I_D වැඩි විය යුතු බවට තර්ක කළ හැක. නමුත් V_{DS} වැඩි කර ගෙන යාමේ දී චැනලයේ පළල ශීඝ්‍රයෙන් අඩුවන නිසා දෙවන ආවරණයේ ඵලය ක්‍රමයෙන් වැඩිවේ. මේ හේතුව නිසා V_{DS} සමඟ I_D හි වැඩිවීමේ ශීඝ්‍රතාවය ක්‍රමයෙන් අඩු වන අතර යම් V_{DS} අගයක දී ආවරණ දෙකෙන් I_D මත ඇතිවන බලපෑම එකිනෙකින් නිෂේධනය වී යයි. ඇයි එකකින් වැඩි වෙනවා අනෙකෙන් අඩු වෙනවානේ. මෙම ආවරණ දෙක එකිනෙකින් කැපී යන වෝල්ටීයතාවය කෙනෙහුම් - වෝල්ටීයතාව (*Pinch - off*) (V_p) ලෙසින් හැඳින්වේ. මෙයින් පසු I_D නියත අගයක් ගනී. නැත්නම් ධාරාව සංතෘප්ත අගයකට පත් වී ඇතැයි කියා ද ප්‍රකාශ කළ හැක. මෙම ලාක්ෂණිකය (2) රූපයේ පෙන්වා ඇත.

(2) රූපය



වයසට යන විට අපගේ මතකය ද මේ වගේය. තරුණ කාලේ දා ගන්න දේවල් බැහැර කරන දේවල්වලට වඩා වැඩිය. නමුත් වයසට යන විට දා ගන්න දේවල් බැහැර කරන දේවලට සමාන වී මතකය සංතෘප්ත වේ. නමුත් ආදරය නම් සංතෘප්ත විය යුතු නැත!!

සංතෘප්ත ධාරාවේ අගය ද්වාර - ප්‍රභව (V_{GS})වෝල්ටීයතාව මත රඳා පවතී. මෙය ඔබට පහසුවෙන් ම වටහා ගත හැක. $V_{GS} = 0$ නම් ආරම්භයේදී ම ඇත්තේ පටු හායිත ප්‍රදේශයකි. එනම් චැනලයේ පළල වැඩිය. එමනිසා දෙවන ආවරණයේ බලපෑම ආරම්භයේදී අඩුය. නමුත් V_{GS} සෘණව වැඩි කරන විට (එනම් සංඛ්‍යාත්මක අගය අඩු

කරන විට) ආරම්භයේ දී ම වැඩි පසු නැඹුරු වෝල්ටීයතාවයක් ඇතිවීම හේතුවෙන් පටන් ගන්නකොට ම වැනලයේ පළල අඩුය. එවිට පළමු ආවරණයට වඩා දෙවන ආවරණයේ බලපෑම අධිකය. මේ හේතුවෙන් ධාරාව සංතෘප්ත වන්නේ අඩු අගයකදී ය. $V_{GS} = 0$ අවස්ථාවේදී කෙනෙහුම් - (*Pinch - off*) වෝල්ටීයතාවට (V_p) අනුරූප I_D අගය $\boxed{I_{DSS}}$ ලෙසින් හැඳින්වේ.

ඉහත $I_D - V_{DS}$ ලාක්ෂණිකය කොටස් හතරකට බෙදිය හැක.

(i) ඕමික ප්‍රදේශය - *Omic Region* – මුලදී V_{DS} වැඩි කරනවිට I_D වැඩිවේ. එවිට *JFET* එක ක්‍රියා කරන්නේ වොල්ටීයතාවෙන් පාලනය වන සාමාන්‍ය ප්‍රතිරෝධයක් හැටියටය.

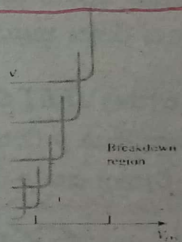
(ii) Cut-off Region- කපාහැරි ප්‍රදේශය – මෙම ප්‍රදේශයේ දී V_{GS} අවශ්‍ය තරමට සෘණ වී වැනලය වැසී *JFET* එක විවෘත පරිපථ (*open circuit*) තත්වයකට පත් වේ. එනම් $I_D = 0$. මෙම පෙදෙසට කෙනෙහුම් ප්‍රදේශය කියාද කියනු ලැබේ.

(iii) Active or Saturation Region – ක්‍රියාකාරි හෝ සංතෘප්ත ප්‍රදේශය – මෙම ප්‍රදේශයේ දී I_D ධාරාව පාලනය කරන්නේ V_{GS} මගින් ය. නියත V_{GS} අගයකට I_D, V_{DS} සමඟ වෙනස් නොවේ. *JFET* එකක් වර්ධකයක් හැටියට යොදා ගන්නා විට එය ක්‍රියාත්මක කළ යුත්තේ මේ ප්‍රදේශයේ ය.

note...

මෙම සංතෘප්ත ප්‍රදේශය ද්වි-ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරයක සංතෘප්ත ප්‍රදේශය සමඟ පටලවා නොගන්න. එහිදී $V_{CE} \sim 0$ විට I_C හි අගය සංතෘප්තවී ට්‍රාන්සිස්ටරය සංතෘප්ත අවස්ථාවට පත්වේ. *JFET* එකක සංතෘප්ත ප්‍රදේශය යනු ඇත්තටම නම් ක්‍රියාකාරී ප්‍රදේශයයි. එයට සංතෘප්ත යන වචනය භාවිත කරන්නේ I_D, V_{DS} සමඟ නියතව පවතින නිසාය.

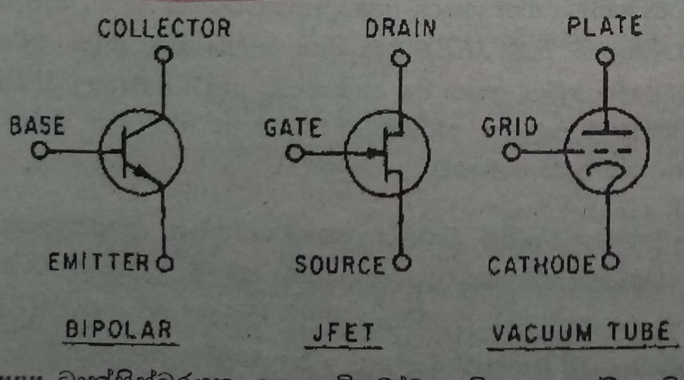
(iv) Breakdown Region – බිඳවැටෙන ප්‍රදේශය - V_{DS} දිගටම වැඩි කරගෙන යෑමේදී පාලනය කළ නොහැකි ධාරාවක් වැනලය හරහා ගොස් වැනලය බිඳ වැටේ.



කැඩුණු ඉරෙන් පෙන්වා ඇත්තේ කෙනෙහුම් වෝල්ටීයතා අගයන්ගේ ගමන් මඟයි.

සංකේත ඇසුරෙන් *npn* ද්වි ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරයක් *n* වැනල *JFET* එකක් හා රික්ත නළයක් පහත පෙන්වා ඇත. එකිනෙකෙහි සමක වන අග්‍ර පහත වගුවේ සඳහන් කොට ඇත.

FET	ද්වි-ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරය	රික්ත නළය
ද්වාරය(*G*)	පාදම (*B*)	ජාලකය (*grid*)
ප්‍රභවය (*S*)	විමෝචකය (*E*)	කැතෝඩය (*C*)
සොරොච්ච(*D*)	සංග්‍රාහකය (*C*)	ඇනෝඩය (*A*)



රික්ත නළය මා සඳහන් කොට ඇත්තේ සංසන්දනය කිරීම සඳහාය. ඔබ රික්ත නළය පිළිබඳ දැන ගත යුතු නැත. මා මුලින් ම සඳහන් කළ පරිදි අර්ධ සන්නායක උපාංග කරලියට ඒමට පෙර ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස්වලට අයිති වූයේ විවිධ ආකාරයෙන් වූ මෙවැනි රික්ත නළය. ඒ කාලයේ ඉලෙක්ට්‍රොනික්ස් දැන් මෙන් නොව සරල හා පහසුය. අලුත් යාළුවන් හම්බ වුනා කියා පරණ සගයන් ද අමතක නොකල යුතුය.

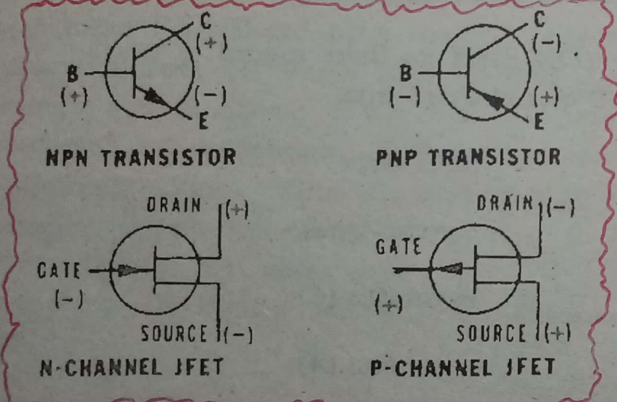
npn ට්‍රාන්සිස්ටරයක පොදු විමෝචක වින්‍යාසයේදී ප්‍රතිදාන ලාක්ෂණිකය (V_{CE} ඉදිරියෙන් I_C), *JFET* එකක (2) රූපයෙන් පෙන්වා ඇති ලාක්ෂණිකයට බොහෝ දුරට සමාන බව ඔබට පසක් විය යුතුය.

රික්ත නළය ඇසුරින් ඉහත පෙන්වා ඇති (1 හා 2 රූපය) ලාක්ෂණික ලබා ගැනීම ඉතා පහසුය. රික්ත නළයක කැතෝඩයෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන විමෝචනය වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝන කැතෝඩයේ සිට ඇනෝඩය කරා ගමන් කරයි. ධාරාව ගලන්නේ ඇනෝඩයේ සිට කැතෝඩයටය. ඉලෙක්ට්‍රෝන රැස් කිරීමට නම් කැතෝඩයට සාපේක්ෂව ඇනෝඩය ධන විය යුතුය. ජාලකය (**grid**) යනු සිදුරු සහිත ඉලෙක්ට්‍රෝඩයකි. ජාලකය ශූන්‍ය විභවයේ තැබුවොත් ඉලෙක්ට්‍රෝන උපරිම ප්‍රමාණයක් ඇනෝඩය කරා යයි. ජාලකය, කැතෝඩයට සාපේක්ෂව සෘණ විභවයක තැබීමෙන් ඇනෝඩය වෙත යන ඉලෙක්ට්‍රෝන පාලනය කළ හැක. ජාලකයේ විභවය සෘණ යනු කැතෝඩයෙන් විමෝචනයවන ඉලෙක්ට්‍රෝන ත්වරණය කිරීම වෙනුවට මන්දනය කිරීමකි. එන්න එපා කියයි. එමනිසා ජාලකය කැතෝඩයට සාපේක්ෂව තව තවත් සෘණ කිරීමේ දී යම් V_{GC} අගයක දී ඇනෝඩ ධාරාව I_A ශූන්‍ය කළ හැක. මෙය (1) රූපයේ ලාක්ෂණිකය ම නොවේද?

ඉහත (2) රූපයේ ලාක්ෂණිකය ද ඉතා සරලව රික්ත නළයක සිදු වේ. $V_{GC} = 0$ නම් V_{AC}(ඇනෝඩය හා කැතෝඩය අතර වෝල්ටීයතාව) වැඩි කරන විට ප්‍රථමයෙන් I_A වැඩිවේ. V_{AC} වැඩි කරන විට අහක යන ඉලෙක්ට්‍රෝන ද ඇනෝඩය කරා ලඟා වීම හේතුවෙන් I_A වැඩිවේ. නමුත් කැතෝඩයෙන් විමෝචනය වන සියලුම ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇනෝඩයෙන් රැස් කර ගත් පසු V_{AC} වැඩි කළා කියා I_A වැඩි නොවේ. යම් V_{AC} අගයකදී I_A සංතෘප්ත වේ. සේරම එක්කාසු කරගත් පසු ආයෙ කාගෙන් ගන්නද?

ඊළඟට ජාලකය, කැතෝඩයට සාපේක්ෂව සෘණ කරන විට ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට ලබා දෙන මන්දනය නිසා (*C* සහ *G* අතර) අඩු චාලක ශක්තියකින් කැතෝඩයෙන් විමෝචනය වන ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇනෝඩය කරා නොඑයි. ජාලකය තව තවත් කැතෝඩයට සාපේක්ෂව සෘණ කරන විට කැතෝඩයෙන් එන අයට එන්ට එපා කියා බල කරයි. එන අයව මන්දනය කොට ආපසු හරවා යවයි. ඉතින් සංතෘප්ත ධාරාව ක්‍රමයෙන් අඩුවීම අරුමයක් ද? V_{AC} - I_A ලාක්ෂණිය (2) විචලනයම නොවේද? *JFET* එකක ලාක්ෂණික, රික්ත නළයක ලාක්ෂණිකවලට අනුරූප වේ. නමුත් සිදුවන ක්‍රියාවලිය හාත්පසින් ම වෙනස් ය. ඇත්තටම *Shockley* ගේ ප්‍රාර්ථනය හරි ගියේය. ඔහුට උවමනා වූයේ රික්ත නළය අර්ධ සන්නායක උපාංගයකින් ප්‍රතිස්ථාපනය කරන්නට ය.

p චැනල *JFET* එකක චැනලය *p* වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයකින් ද ද්වාරය - *n* වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයකින් ද සාදා ඇත. *p* චැනල *JFET* එකක ක්‍රියාකාරීත්වය පිළිබඳ දැන ගත යුතු නැත. *npn* සහ *pnp* ට්‍රාන්සිස්ටරය සමඟ *n*-චැනල සහ *p*-චැනල *JFET* ට්‍රාන්සිස්ටර සංකේත පහත රූපයේ සංසන්දනය කොට ඇත.



සෑමවිටම ඊතලය ඇඳිය යුත්තේ *n* වර්ගයේ ද්‍රව්‍යය වෙතට වන්නටය. ඊතලය ඇඳීමේ සම්මත රීතිය මෙයයි. ද්වි-ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරයක ද මේ රීතිය ක්‍රියාත්මක වේ. රූපය බලන්න. මේ අනුව *FET* එකක ඇත්තේ එක් *pn* හෝ *np* සන්ධියකි. එම නිසා *n*-චැනල *JFET* එකක *p* සිට *n* කරා ඊතලය ද්වාරය මත ඇතුළට ඇඳිය යුතුය. *p* චැනල *JFET* එකක *p* සිට *n* කරා ඊතලය ද්වාරය මත පිටතට ඇඳිය යුතුය. මෙහිදී ඊතලය ද්වාරය මත අඳිනවා හැර වෙන විකල්පයක් නැත.

දැන් ප්‍රශ්නය දෙස හැරෙමු. සත්‍ය නොවන ප්‍රකාශය/ප්‍රකාශ තෝරා ගත යුතුය. *npn* ට්‍රාන්සිස්ටරයක් සඳහා දී ඇති ප්‍රකාශ සියල්ලම සත්‍යය. එයින් එකක් අසත්‍ය වන්නට දුන්නේ නම් *JFET* එක දිහා බැලිය යුතු නැත. එවිට ප්‍රශ්නයේ පරමාර්ථය ඉටු නොවේ. (1) හා (2) ප්‍රකාශන දෙකේම හරිය. ඉහත දිගු විස්තරයට අනුව *n* චැනල *JFET* එකක ද්වාර - ප්‍රභව සන්ධිය පසු නැඹුරුව තබා ගනී. චැනලයේ හරස්කඩ වර්ගඵලය පාලනය කිරීමට හැකිවන්නේ එවිටය. ඉදිරි නැඹුරු කළහොත් හායිත පෙදෙසක් ඇති නොවේ.

(3) ට්‍රාන්සිස්ටරය සඳහා සත්‍ය නමුත් *JFET* එකට අදාළ ප්‍රකාශය වැරදිය. ඊතලය ලකුණු කරන්නේ ද්වාරය මතය. (4) හා (5) දෙකටම හරිය. *n* චැනලය හරහා ගලා යන්නේ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන පමණි. ට්‍රාන්සිස්ටරයක ක්‍රියාකාරීත්වයේදී ඉලෙක්ට්‍රෝන හා කුහර යන දෙවර්ගයම සහභාගි වේ. එමනිසා ට්‍රාන්සිස්ටරයක් ද්වි - ධ්‍රැව (**Bi-polar**) උපාංගයක් ලෙස හැඳින්වේ. *FET* එකක ක්‍රියාකාරීත්වයේදී සහභාගි වන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝන හෝ කුහර යන දෙවර්ගයෙන් එකකි. එමනිසා *FET* එකක් ඒක - ධ්‍රැව (**Uni-polar**) උපාංගයක් ලෙස හැඳින්වේ. (5) හි *npn*

ට්‍රාන්සිස්ටරයක V_{BE} මත I_B වෙනස් වේ. I_B මත I_C වෙනස් වේ. ඉහත පෙන්වා ඇති (2) රූපයේ විචලනය බැලීමේ දී (5) සඳහා දී ඇති ප්‍රකාශය ද *JFET* සඳහා වලංගුය.

අවසාන වශයෙන් *FET*වල යෙදීම් පිළිබඳ දැන ගැනීමට ඔබ ආශාවෙන් ඇතැයි සිතමි. ද්වි - ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටර වල යෙදීම් ඔබ දනී. *FET* එකක් බොහෝ අවස්ථාවලදී ඉලෙක්ට්‍රොනික ස්විච්චියක් ලෙස භාවිත වේ. ද්වි- ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරයක් කපා හැරි සහ සංතෘප්ත අවස්ථා භාවිතා කරමින් ස්විච්චියක් ලෙස භාවිතා කළ හැකි බව ඔබ දනී. මෙවැනි ද්වි - ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරයක මෙම අවස්ථා පාලනය කරන්නේ I_B ධාරාව මගිනි. (I_B -I_C ලාක්ෂණිකය බලන්න.) *FET* එකක් සඳහා (1) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි V_{GS} - I_D ලාක්ෂණිකය දෙස බැලූ විට V_{GS} පාලනය කිරීම මගින් I_D(වැනල ධාරාව) උපරිම අගයක සිට ශූන්‍ය කරා ගෙන ආ හැකි බව පෙනේ.

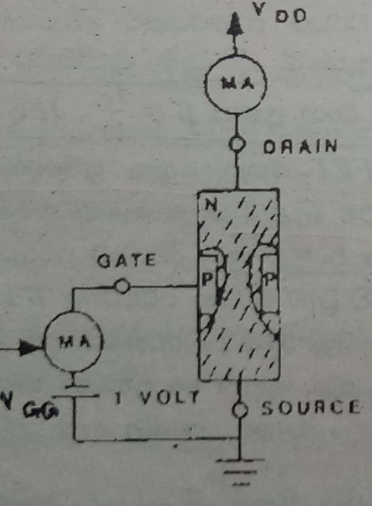
එනම් වෝල්ටීයතාවක් යෙදීම මගින් *FET* එකක් ඉතා පහසුවෙන් *ON- OFF* ස්විච්චියක් ලෙස භාවිත කළ හැකි බව ඔබට පෙනේ. සරළව ගත් කළ *FET* එකක් රික්ත නළයක් මෙන් වෝල්ටීයතාවෙන් පාලනය වන උපාංගයකි. මේ නිසා *FET* එකක් ඝන අවස්ථා රික්ත නළයක් (*Solid - State Vacuum Tube*) ලෙස ද හැඳින්වේ. *Shockley* භාවිත කළේ මේ වහරයි. ද්වි - ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරයක් පාදම හා විමෝචකය අතර ගලන ධාරාව මගින් පාලනය කරයි. *ON - OFF* ස්විච්චියක් ලෙස භාවිත කරන විට වෝල්ටීයතාවයකින් මේ වැඩේ කිරීමට හැකි වීම වඩා කාර්යක්ෂමය. පට පට ගාලා වෝල්ටීයතාවය වෙනස් කිරීමෙන් *ON* සිට *OFF* ද *OFF* සිට *ON* ද කරා ස්විච්චිලෑම කල හැක. මේ නිසා බොහෝ ස්විච්චිලන පරිපථවල (*switching circuits*) මෙන්ම තාර්කික ද්වාරවල ද *FET* බහුලව භාවිතා කෙරේ. අනෙක් වාසිය නම් ද්වි - ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරයකට වඩා *FET* එකක ශක්ති පරිභෝජනය අඩුය. මේ නිසා *FET* එකක ක්ෂමතා උත්සර්ජනය ද පහළ අගයක පවතී.

පහත දක්වා ඇත්තේ *n*-වැනල *JFET*ක දර්ශීය අගයන්ය. (*typical values*) ප්‍රභවය භූගත කොට ඇතැයි සලකමු.

$V_{GS} = 0$ හා $V_{DS} = +5$ V වන විට $I_D = 10$ mA. වැනලයේ ප්‍රතිරෝධය $(R) = \frac{5}{10\times10^{-3}} = 500\ \Omega$

$V_{GS} = -1$ V හා $V_{DS} = +5$ V වන විට $I_D = 5$ mA ; $R = 1\ \text{k}\Omega$

ඉහත සංඛ්‍යාවලින් පෙනී යන්නේ සුළු 1 V ද්වාර-ප්‍රභව පසු නැඹුරු වෝල්ටීයතාවයකින් වැනල ප්‍රතිරෝධය දෙගුණයකින් වැඩි කොට සොරොව් ධාරාව හරි අඩකට කපා හැර ඇති බවයි. *FET* එකක තවත් වැදගත් වාසියක් වන්නේ එහි ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය (ද්වාර - ප්‍රභව සන්ධිය අතර) ඉහළ අගයක පැවතීමය. පහත පරිපථය බලන්න.



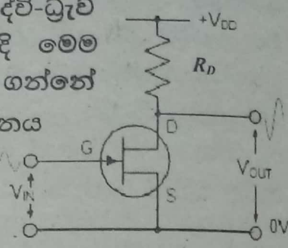
$V_{GS} = -1$ V හා $V_{DS} = +5$ V වන විට මයික්‍රොමීටරයේ පාඨාංකය 0.5 μA වේ. මෙයින් පෙනී යන්නේ ද්වාර - ප්‍රභව සන්ධිය අතර ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය $\frac{1}{0.5\times10^{-6}} = 2\ \text{M}\Omega$ වන බවයි. ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය ඉහළ අගයක පවතිනවා යන්නෙන් අදහස් වන්නේ ද්වාර - ප්‍රභව අග්‍ර අතරට ප්‍රදාන සංඥාවක් යෙදූවිට ප්‍රදාන අග්‍ර හරහා *FET* එකට ගලන ධාරාව ඉතා කුඩා බවයි. එනම් ප්‍රදානයෙන් ඇද ගන්නා ධාරාව අල්ප බවයි. මෙය වර්ධකයකට මෙන්ම බොහෝ විද්‍යුත් උපාංගවලට තිබිය යුතු සුවිශේෂ ගුණයකි.

කාරකාත්මක වර්ධකවලට මේ ගුණය ඇත. පරිපූර්ණ වෝල්ට්මීටරයකට මෙම ගුණය ඇත. මෙවිට මල නොතලා මලෙන් රොන් ගත හැක.

සාමාන්‍ය ද්වි - ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරයක පාදම - විමෝචක සන්ධිය අතර ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය 1 kΩ පමණ වේ. එබැවින් *JFET* එකකට ඉහළ ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධයක් ඇත. මේ නිසා ට්‍රාන්සිස්ටර කිහිපයක් පරිපථයක අතරමැද එකිනෙකට සම්බන්ධ කිරීමේ දී ඉතා පහසුවෙන් ප්‍රතිරෝධ එකිනෙකට ගැළපිය (**resistance maching**) හැක. ඉහළ ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධ ඇති අය එකිනෙකට සම්බන්ධ කිරීමෙන් එකිනෙකාට අවාසියක් ඇති නොවේ. එක් කෙනෙක් අනෙකාගෙන් අනවශ්‍ය විදියට දේවල් ඇද ගන්නේ නැත. අනෙකාගෙන් කන්න බලා ගෙන සිටින්නේ නැත. *FET* ප්‍රමාණයෙන් කුඩා නිසා සංගෘහිත පරිපථ (**IC**) තුළ අවශ්‍ය වන්නේ කුඩා ඉඩකි. *FET* මිලෙන්ද අඩුය.

JFET වර්ධකයක් ලෙස භාවිතය (පොදු ප්‍රභව වින්‍යාසය)

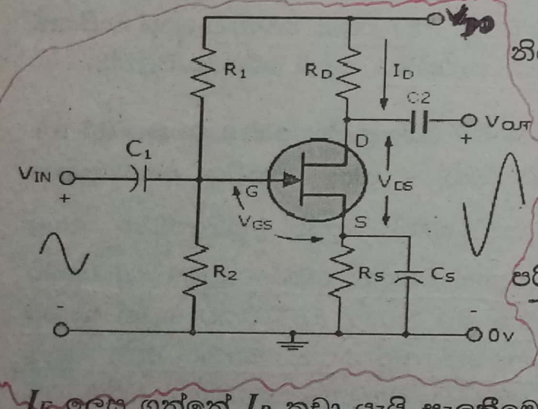
ද්වි-ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරයක මෙන් *JFET* එකකද අග්‍ර තුනක් ඇති නිසා වින්‍යාස තුනක් සැලකිය හැක. පොදු ප්‍රභව *(CS)*, පොදු ද්වාර *(CG)* හා පොදු සොරොව් *(CD)* එම වින්‍යාස තුනයි. විෂය නිර්දේශයේ ඇත්තේ පොදු ප්‍රභව *(CS-Common Source)* වින්‍යාසය පමණි. මෙම වින්‍යාසය රූපයේ පෙන්වා ඇත. මෙය ද්වි-ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරවල පොදු විමෝචක වින්‍යාසයට සමකය. රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි මෙම වින්‍යාසයේදී ප්‍රදානය යොදන්නේ ද්වාරය හා ප්‍රභවය අතරය. ප්‍රතිදානය ලබා ගන්නේ සොරොව්ව සහ ප්‍රභවය අතරය. එනම් $V_{IN} = V_{GS}$ සහ $V_{OUT} = V_{DS}$ වේ. ප්‍රභවය ප්‍රදානය සහ ප්‍රතිදානය යන දෙකටම පොදු වී ඇත. පොදු ප්‍රභව වින්‍යාසය කියා හඳුන්වන්නේ මේ නිසාය. ද්වාරය සහ ප්‍රභවය අතර ඇති ඉහළ ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය නිසා හා ඉහළ(වැඩි) වෝල්ටීයතා ලාභයක් ලබා ගත හැකි නිසා බොහෝ සුලභව භාවිත කරන්නේ මෙම වින්‍යාසයයි.



JFET වර්ධක සඳහාද ද්වි-ධ්‍රැව වර්ධකවල මෙන් සමීකරණ ලිවිය හැක. $V_{OUT} = V_{DS} = V_D = V_{DD} - I_D R_D$

[$V_{CE} = V_C = V_{CC} - I_C R_C$ මතකද ?] *JFET* එකක ඉහත (2) වන රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි V_{GS} (මෙහිදී $V_G = V_{IN}$) හි සුළු වෙනසකට I_D විශාල ලෙස වෙනස් වේ. ඉහත සමීකරණයට අනුව සුදුසු R_D අගයන් තෝරා ගත් විට V_{OUT} හි විචලනය V_{in} හි විචලනයට වඩා වැඩියෙන් ලබා ගත හැක. I_D වැඩිවන විට V_{OUT} අඩුවේ. I_D අඩුවන විට V_{OUT} වැඩිවේ. එමනිසා පොදු විමෝචක වර්ධකයක් වගේම මෙහිදී ද ප්‍රතිදාන වර්ධිත සංඥාවට, ප්‍රදාන සංඥාවට සාපේක්ෂව 180^0 ක කලා වෙනසක් ඇත.

පෙර සඳහන් කළ පරිදි ද්වි-ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටරයක පොදු විමෝචක වර්ධක වින්‍යාසයට වඩා මෙහි ඇති සුවිශේෂී වාසිය වන්නේ ඉහළ ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධයයි. ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය ඉහළ අගයක් ගන්නා විට එම වර්ධකය ප්‍රදාන සංඥාවලට ඉතා සංවේදී වේ. වර්ධකය ප්‍රදානයෙන් ධාරාවක් ඇද නොගන්නා නිසා ප්‍රදානයේ සුළු වෙනසක් වුවද වර්ධකයට හොඳින් දැනේ. මේ නිසා *JFET* එකේ මෙම පොදු ප්‍රභව වර්ධක වින්‍යාසය ශ්‍රව්‍ය - සංඛ්‍යාත වර්ධක *(Audio frequency amplifiers)* පරිපථවල සුලභව පාවිච්චි කරයි. අනෙක් අයගේ දේවල් ඇද ගන්නා තරමට අපිත් අසංවේදී මිනිසුන් වෙමු.



නියමාකාරයෙන් නැඹුරු කරන ලද පොදු ප්‍රභව *JFET* වර්ධකයක පරිපථ සටහනක් රූපයේ දැක්වේ. මෙය වෝල්ටීයතා භාජක ක්‍රමයෙන් නැඹුරු කරන ලද පොදු විමෝචක වර්ධක පරිපථයකට බොහෝ සෙයින් සමක ය. වෙනස්කම්වලට ඇත්තේ ද්වි-ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ධක පරිපථවල අර්ථ දක්වන සරල ධාරා ලාභය $\beta = \frac{I_C}{I_B}$, *JFET* වර්ධක පරිපථවල අර්ථ නොදක්වයි. *JFET* එකක ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය ඉහළ අගයක පවතින නිසා සෑම විටම $I_G = 0$ ලෙස ගැනේ. එමනිසා සෑම විටම *JFET* පරිපථයක් සඳහා $I_D = I_S$ වේ. ද්වි-ධ්‍රැව පරිපථවල $I_C = I_E$ ලෙස ගන්නේ I_B කුඩා යැයි සැලකීමෙනි. අනෙක් වෙනස වන්නේ ද්වි-ධ්‍රැව වර්ධක පරිපථවල *B-E* සන්ධිය පෙර නැඹුරුව පවතී. *Si* ට්‍රාන්සිස්ටරයක් නම් මෙය **0.7 V** වන බව අපි දනිමු. *JFET* වර්ධකයේ සෑම විටම *GS* සන්ධිය පසු නැඹුරුව පවතී. $V_{GS} < 0$ [$V_S > V_G$] තවද එම අගය දිය යුතුය. ප්‍රදාන හා ප්‍රතිදාන සංඥාවන් හි විකෘතියක් ඇති නොවන පරිදි සුදුසු V_{GS} අගයක් තෝරා ගත යුතු ය. මෙය ඊළඟට පෙන්වා ඇති ප්‍රස්තාරයෙන් ඔබට පැහැදිලි වේවි. (*Q* ලක්ෂ්‍යය - නිවාත ලක්ෂ්‍යය)

ඉහත සඳහන් කරුණු දෙක හැරුනු විට ඉතිරි ගණනයන් ද්වි-ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ධක පරිපථයක් හා සමානය.

(1) $I_G = 0$ නිසා $V_G = V_{DD} \frac{R_2}{R_1+R_2}$ මෙමගින් V_G සෙවිය හැක.

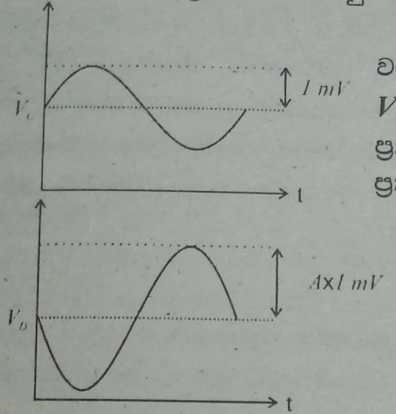
(2) $V_S = V_G - V_{GS}$ යොදා ගනිමින් V_S සොයන්න. $V_{GS} < 0$ බව සලකන්න. එමනිසා $V_S > V_G$. V_{GS} හි අගය දිය යුතු ය. එය V_{BE} මෙන් සම්මත අගයක් නොවේ.

(3) දැන් $I_S = \frac{V_S}{R_S}$ යොදා ගනිමින් I_S සොයන්න. (4) $I_D = I_S$

(5) ඊළඟට $V_D = V_{DD} - I_D R_D$ යොදා ගනිමින් V_D සොයන්න

(6) අවසානයේ $V_{DS} = V_D - V_S$ මෙමගින් *JFET* එක හරහා විභව බැස්ම සොයා ගත හැක.

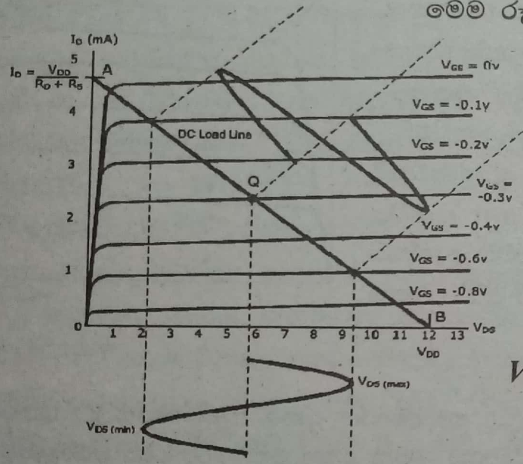
දැන් උදාහරණයක් වශයෙන් කුළු අගය (උච්ච අගය) 1 mV වන ප්‍රදාන සංඥා වෝල්ටීයතාවක් ද්වාර අග්‍රයට යොදා ඇත්නම් C_1 ප්‍රදාන ධාරිත්‍රකය හරහා V_G සරල ධාරා වෝල්ටීයතාව මත අධිස්ථාපනය වූ 1 mV සයිනාකාර සංඥාවක් ලෙස *G* අග්‍රයෙහි පෙන්නුම් කරයි.



වර්ධකයේ ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතා ලාභය *A* නම් *D* අග්‍රයෙහි ඇතිවන්නේ V_D හි *dc* අගය මත අධිස්ථාපනය වූ $A \times 1$ mV කුළු වෝල්ටීයතාවක් සහිත ප්‍රත්‍යාවර්තක ප්‍රතිදාන සංඥාවකි.

ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතා ලාභය ලබා දෙන සූත්‍රය ද්වි-ධ්‍රැව ට්‍රාන්සිස්ටර වර්ධකවල මෙන්ම *JFET* වර්ධකවල ද විෂය නිර්දේශයේ නැත. එමනිසා ගැළුවකදී *A* හි අගය දිය යුතු ය.

ඇවුරුම් ධාරිත්‍රකවල ක්‍රියාව එකමය. මේවා මගින් සරල ධාරා නැඹුරු තත්වයන් නොවෙනස්ව පවත්වා ගනී. ධාරිත්‍රක හරහා සරල ධාරා නොයන නිසා R_1 සහ R_2 හරහා ගලන ධාරාවෙන් කොටසක් ප්‍රදාන සංඥා ප්‍රභවය වෙතට ගලා ඒම ද I_D ධාරාවෙන් කොටසක් ප්‍රතිදාන සංඥාව වෙතට ද ගලා ඒමද අවහිර කරයි.



මෙම රූපයෙන් පෙන්වා ඇත්තේ භාර රේඛාව සමග විකෘති නොවූ ප්‍රදාන හා වර්ධිත ප්‍රතිදාන සංඥාය. භාර රේඛාව ලබා ගන්නේ $V_{DD} = I_D (R_D+R_S) + V_{DS}$ මගිනි. I_D උක්ත කළ විට

$$I_D = -\left(\frac{1}{R_D + R_S}\right)V_{DS} + \frac{V_{DD}}{(R_D + R_S)}$$

V_{DS} ඉදිරියෙන් I_D විචලනය සරල රේඛාවකි. අනුක්‍රමණය $= -\left(\frac{1}{R_D+R_S}\right)$, අන්තඃඛණ්ඩය $= \frac{V_{DD}}{(R_D+R_S)}$

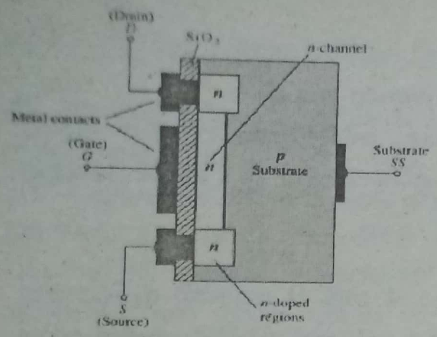
$V_{DS} = 0$ වන විට $I_D = \frac{V_{DD}}{(R_D+R_S)}$ $\qquad$ $I_D = 0$ වන විට $V_{DS} = V_{DD}$

පොදු විමෝචක වර්ධකයක මෙන්ම නිවාත ලක්ෂ්‍යයේ දී *(Q-quiecent point)* $V_{DS} = \frac{1}{2} V_{DD}$. එනම් V_{GS} තෝරා ගත යුත්තේ *Q* ලක්ෂ්‍යය මැදට වන්නටය. පෙන්වා ඇති අවස්ථාව සඳහා $V_{GS} = -0.3$ V වේ. V_{GS} හරි අගයේ පවත්වා ගන්නට R_S ප්‍රතිරෝධයේ අගය උදව් වේ. C_S ධාරිත්‍රකය මගින් ප්‍රදාන සංඥාව නිසා ඇතිවන I_S ධාරාවේ ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා කොටස භූගත කරයි. ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා කොටස R_S හරහා නොගොස් C_S හරහා යයි. මේ නිසා R_S හරහා පවත්නා වෝල්ටීයතාව සංඥාවට අනුව වෙනස් නොවේ.

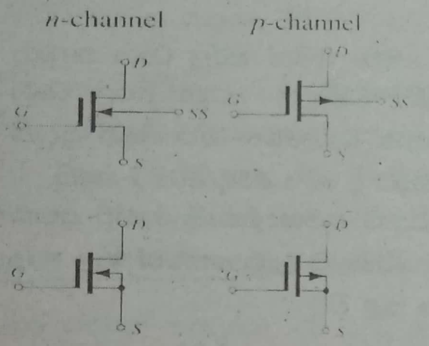
MOSFET (Metal-oxide-semiconductor field-effect transistor) – ලෝහ-ඔක්සයිඩ-අර්ධ සන්නායක ක්ෂේත්‍ර ආවරණ ට්‍රාන්සිස්ටරය

විෂය නිර්දේශයේ ඇත්තේ *MOSFET* සහ *JFET* අතර ඇති ප්‍රධාන වෙනස්කම් සාකච්ඡා කිරීම පමණි.

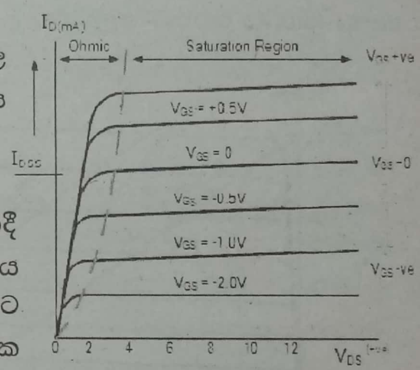
MOSFET විධි *(mode)* දෙකකින් ක්‍රියාත්මක වේ. මේ දෙවිධියේම ද්වාරය හා ධාරාව රැගෙන යන ප්‍රධාන චැනලය අතර තුනී ඔක්සයිඩ තට්ටුවක් (බොහෝ විට SiO_2 භාවිත වේ) තැන්පත් කොට ඇත. මෙම තුනී තහඩුව නිසා *oxide* යන නම පටබැඳී ඇත. *Metal* යන නම ඇත්තේ අග්‍ර ලෝහ හරහා (සාමාන්‍යයෙන් *Al*) තම සම්බන්ධතා පවත්වාගෙන යන බැවිනි.



(1) හායිත විධියේ ක්‍රියාත්මක වන *n* චැනල *MOSFET* එකක වින්‍යාසය රූපයේ පෙන්වා ඇත. මෙය සෑම අතකින්ම වාගේ *n* චැනල *JFET* එකකට සමකය. සොරොව් සහ ප්‍රභව නියමු *(leads)* *n* ලෙස මාත්‍රණය කොට ඇති ප්‍රදේශ දෙකකට සම්බන්ධ කොට ඇත. මෙම *n* මාත්‍රිත කොටස් දෙක *n*-චැනලයක් හරහා සම්බන්ධ කොට ඇත. මෙම *n*-චැනලය ද්වාරයට සම්බන්ධ කොට ඇත්තේ තුනී SiO_2 පරිවාරකය ස්තරයක් (10^{-4} mm) හරහාය. *n* ලෙස මාත්‍රණය කොට ඇති පෙදෙස් *p* ලෙස මාත්‍රණය කොට ඇති උපස්තරයක් *(substrate)* මත වැටී ඇත. මෙම *p* ලෙස මාත්‍රණය කොට ඇති උපස්තරයේ අමතර සම්බන්ධයක් ලබා ගත හැකි අග්‍රයක් *(SS)* ඇත. මෙම අග්‍රය බොහෝ විට අභ්‍යන්තරයෙන් ප්‍රභවයට සම්බන්ධ කොට ඇත. මෙවිට *SS* අග්‍රය භූගත කළ විට ප්‍රභවයද නිතැතින්ම භූගතවේ.



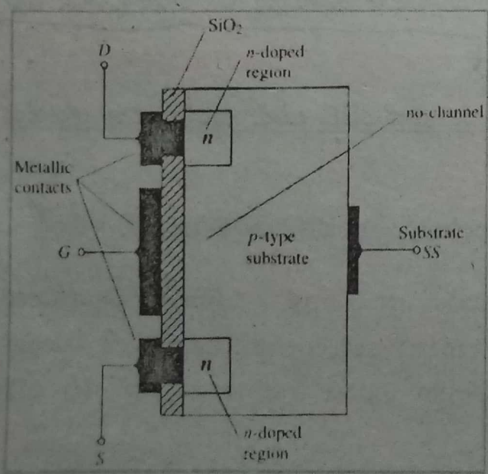
මේ හායිත විධියේ *MOSFET* එකක සංකේත රූපයෙහි පෙන්වා ඇත. *SS* අග්‍රය පෙන්වීමෙන් හෝ *SS* අග්‍රය *S* ට සම්බන්ධ කොට පෙන්වීමෙන් හෝ අදාල සංකේත නිරූපණය කළ හැක.

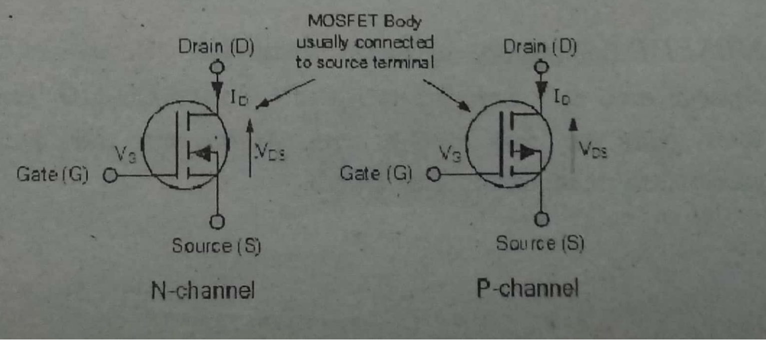


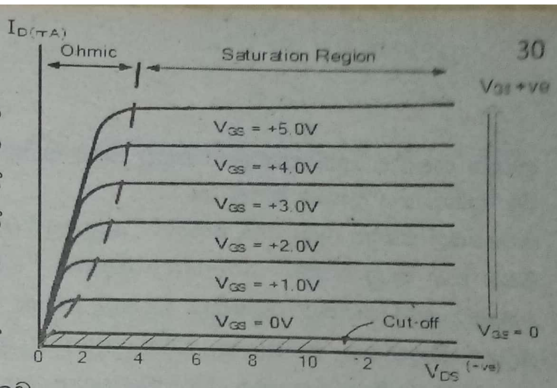
මෙවැනි හායිත විදියේ ක්‍රියාත්මක *n* චැනල *MOSFET* එකක I_D-V_{DS} ලාක්ෂණිකය රූපයේ පෙන්වා ඇත. මෙය *JFET* එකක අනුරූප ලාක්ෂණිකයකට බොහෝ සෙයින් සමාන බව පෙනේ. ප්‍රධාන වෙනස වන්නේ *JFET* එකක කිසිම අවස්ථාවකදී V_{GS} (>0) ධන අගයක පවත්වා නොගැනීමයි. V_{GS} ධන වුවහොත් *p-n* සන්ධිය පවතින්නේ ඉදිරි නැඹුරු අවස්ථාවේ ය. එවිට ඉලෙක්ට්‍රෝන සොරොව්ව පැත්තට නොගොස් ද්වාරය පැත්තට ගමන් කරනු ඇත. එමනිසා *JFET* එකක ක්‍රියාකාරීත්වයේදී සෑමවිටම V_{GS} සෘණව පවත්වා ගත යුතු ය.

නමුත් *n MOSFET* එකක අවශ්‍ය නම් V_{GS} ධන කළ හැක. චැනලය හා ද්වාරය අතර ඇති ඔක්සයිඩ ස්තරය නිසා එය පරිවාරකයක් මෙන් ක්‍රියා කොට නිපදවන ඉලෙක්ට්‍රෝන ද්වාරය වෙත ළඟා නොවේ. ඒවා සොරොව්ව පැත්තටම හරවා යවයි. එමනිසා V_{GS} ධන කරන විට I_D හි වර්ධනයක් බලාපොරොත්තු විය හැක. සියලුම ඉලෙක්ට්‍රෝන එක්කාසු කරගත් පසු I_D සංතෘප්ත වේ.

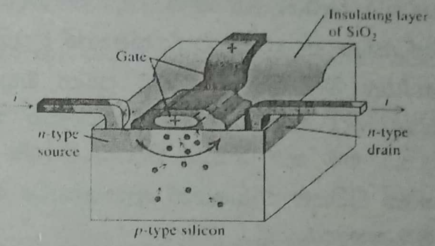
(2) ***MOSFET*** ප්‍රධාන වශයෙන් භාවිත වන්නේ වැඩිකරන ***(Enhacement Mode)*** විධියේ ය. මෙහි වින්‍යාසය පෙරට වඩා වෙනස් ය. මෙවැනි *n* චැනල වින්‍යාසයක රූපසටහන මේ ආකාරයේ ය. පෙර පරිදිම සොරොව්ව සහ ප්‍රභවය *n* ලෙස මාත්‍රණය කොට ඇති පෙදෙස් දෙකකට ඔබ්බවා ඇත. නමුත් මේ පෙදෙස් අතර පෙර පරිදි *n* චැනලයක් නැත. ඒ දෙක අතර ඇත්තේ මඳ වශයෙන් *p* ලෙස මාත්‍රණය කොට ඇති *p*-වර්ගයේ උපස්තරයකි. අනෙක් සම්බන්ධතා පෙර පරිදිමය. මෙහි සංකේත රූපයේ පෙන්වා ඇත.







මෙම විධියේ n වැනල **MOSFET** එකක I_D-V_{DS} ලාක්ෂණිය රූපයේ පෙන්වා ඇත. මෙය තේරුම් ගන්නට බලමු. මෙම විධියේ දී සෑම විටම V_{GS} (>0) ධන විය යුතු ය. තර්කය මෙසේ ය. p වර්ගයේ ද්‍රව්‍යයේ නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන එතරම් නැත. නමුත් ටිකක් ඇත. V_{GS} යම් දේහලිය අගයක් (V_T) ඉක්මවූ පසු ද්වාරය වෙතට p උපස්තරයේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන ආකර්ෂණය වේ. රූපය බලන්න. වෙනත් විදියකට සිතුවොත් p වර්ගයේ උපස්තරයේ ඇති කුහර ද්වාරයෙන් විකර්ෂණය වේ. මේ හේතුව නිසා ද්වාරය සමීපයේ ඉලෙක්ට්‍රෝන සාන්ද්‍රනය වැඩිවේ. නමුත් ඔක්සයිඩ ස්තරය නිසා ඒවා ද්වාරය වෙතට නොගලයි. මේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රභවයේ සිට සොරොව්ව දක්වා ඉලෙක්ට්‍රෝන වැනලයක් නිර්මාණය කරයි. මේ ඉලෙක්ට්‍රෝන n වර්ගයේ ප්‍රභවය සහ n වර්ගයේ සොරොව්ව අතර පාලමක් නිර්මාණය කරයි.



නමුත් ඉලෙක්ට්‍රෝන සියල්ල එක්කාසු කොට ගත් පසු යම් V_{GS} (>0) අගයකදී I_D ධාරාව පෙර පරිදිම සංතෘප්ත වේ. V_{GS} ධනව වැඩි වන්නට වැඩි වන්නට තව තවත් ඉලෙක්ට්‍රෝන p උපස්තරයෙන් උදුරා ගන්නා බැවින් සංතෘප්ත ධාරාව වැඩිවේ. උපස්තරය මඳ වශයෙන් මාත්‍රණය කොට ඇත්තේ හැකි තරම් ඉලෙක්ට්‍රෝන උදුරා ගන්නටය.

මෙහි $V_{GS}(<0)$ ඍණ කිරීමෙන් පලක් නැති බව ඔබට වැටහේවි. V_{GS} ඍණ කළොත් තියෙන ඉලෙක්ට්‍රෝන ටිකත් ද්වාරයෙන් ඈතට යයි. එවිට n වර්ගයේ දිවයින් දෙක අතර පාලමක් හට නොගනී.

මේ විධියේ ක්‍රියාත්මක වන **MOSFET** එකක ප්‍රධාන වාසිය වනතේ $V_{GS} = 0$ වන විට $I_D = 0$ වීමයි. **JFET** එකකත් හායිත විධියේ ක්‍රියාත්මක වන **MOSFET** එකකත් $V_{GS} = 0$ වුවද I_D එකක් ගලයි. වැඩිකරන විධියේ ක්‍රියාත්මක වන **MOSFET** එකක් $V_{GS} = 0$ වූ විට (කිසිම නැඹුරුවක් නැති විට) $I_D = 0$ වන නිසා එය නිතැතින්ම (*'OFF'*) විවෘත ස්විච්චියක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. $V_{GS} > V_T$ වූ විට එය (*'ON'*) සංවෘත ස්විච්චියක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. එමනිසා බොහෝ ඉලෙක්ට්‍රොනික ස්විච්චිලන පරිපථවල, තාර්කික ද්වාර පරිපථවල මතකයන්ගේ ***(Memories)***, ගණක යන්ත්‍රවල සහ පරිගණකවල දැන් භාවිත කරන්නේ වැඩිකරන විධියේ ක්‍රියාත්මකවන **MOSFET** ය. n වැනල උපාංගවල V_T හි අගය **0.5 V** සිට **0.8 V** පරාසයේ පවතී.

එමනිසා ඉතා කාර්යක්ෂම ලෙස ***"ON"*** (සංවෘත) සහ ***"OFF"*** (විවෘත) අතර හුවමාරු විය හැක. $V_{GS} > V_T$ (~0.8 V) වූ සැනින් ***"ON"*** වේ $V_{GS} = 0$ වූ විට ***"OFF"*** වේ.

JFET හෝ හායිත විධියේ ක්‍රියාත්මක වන **MOSFET** එකක $V_{GS} = 0$ වූ විට ***ON*** වේ. ***OFF*** කරන්න නම් $V_{GS} = -4$ V හෝ -5 V කළ යුතුය.

වැඩිකරන විධියේ ක්‍රියාත්මක වන **MOSFET** එකක් පොදු ප්‍රභව වින්‍යාසයේ වර්ධකයක් ලෙසටද භාවිත කළ හැක. පරිවාරක ඔක්සයිඩ ස්තරය නිසා **JFET** එකකටත් වඩා මෙහි ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය ඉහළය. $(10^{12}\ \Omega - 10^{15}\ \Omega)$ එමනිසා තවත් හොඳය. මේවාහි ක්ෂමතා පරිභෝජනයද ඉතා පහළ අගයන් ගනී. එමනිසා ක්ෂුද්‍රසකසන ***(Microprocessors)*** වල මේවා භාවිතා කරයි.

හායිත විධියේ ක්‍රියාත්මකවන **MOSFET** එකේ වැනලය නොකැඩුනු ඉරකින් පෙන්වා ඇත්තේ $V_{GS} = 0$ වුවත් I_D ශුන්‍ය නොවන නිසාය. වැඩිකරන විධියේ ක්‍රියාත්මකවන **MOSFET** එකේ වැනලය කඩ ඉරකින් නිරූපණය කොට ඇත්තේ $V_{GS} = 0$ වන විට $I_D = 0$ වන නිසාය. ද්වාරය සහ වැනලය අතර හිදැසක් තබා ඇත්තේ පරිවාරක ඔක්සයිඩ ස්තරය පෙන්වන්නටය. සංකේතවල ඊතලය ඇඳ ඇති රීතිය හරිද ? බලන්න. සෑමවිටම ඊතලය ඇඳ ඇත්තේ p සිට n කරාය. මෙහිදී ඊතලය ද්වාරය මත ඇඳිය නොහැක. p ඇත්තේ උපස්තරයේය.

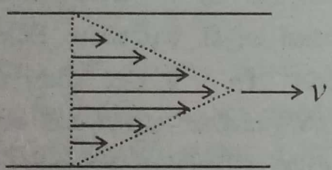
Shockley ගැන සටහනක් තබා මෙම දිගු විස්තරය අවසන් කිරීම මැනවියැයි හැඟේ. ඇමෙරිකාවේ කැලිෆෝනියාවල ***'Silicon Valley'*** ලෙසින් ප්‍රචලිත අර්ධ සන්නායක උපාංග සාදන කර්මාන්තයට අඩිතාලම වැටුනේ ***Shockley*** හා ඔහුගේ සගයන්ගේ නව සොයා ගැනීම් නිසාය. ***Shockley***, ***'silicon'***, ***Silicon Valley'*** එකක් බවට පත්කිරීමට දායක විය. නමුත් දැඩි මතධාරී අදහස් නිසා ජීවිතයේ සැඳෑ සමයේ දී ඔහුගේ ජනප්‍රියතාව ගිලිහී ගියේ ය. මිනිස් වර්ගයාගේ ඉදිරි පරම්පරා ඇති කළ යුත්තේ කසලතා පිරුණ ජානවලින් පමණක් යැයි ඔහු

ප්‍රකාශ කළේය. කුසලතාවලින් අඩුවූ ජාන සහිත මිනිසුන් බොහෝ දරුවන් ලොවට දායාද කළ යුතු නැතැයි කියා ඔහු ප්‍රසිද්ධියේ ප්‍රකාශ කළේ ය.

නොබෙල් ත්‍යාග ලබා ගත් අයගේ "ශුක්‍රාණු" *(sperms)* නිරුපද්‍රිතව තැන්පත් කොට ඇති ජාන බැංකුවක් තිබෙන බවට කට කථා පවතී. ***Shockley*** ඔහුගේ "ශුක්‍රාණු" මෙම බැංකුවට දුන් බව ප්‍රසිද්ධියේම ප්‍රකාශ කොට ඇත. හොඳට හෝ නරකට භෞතික විද්‍යාව සඳහා නොබෙල් ත්‍යාග ලාභීන් **99%** ක්ම වාගෙ පිරිමින්ය!! ඕනනැති දේවල් හිතන්නෙ කරන්නෙ පිරිමි නිසා වෙන්නැති!! නමුත් පිරිමින්ට විතරක් මේ ලෝකෙ දරුවන් ජනිත කරන්නට බැරිය. භෞතික විද්‍යාව සඳහා නොබෙල් ත්‍යාග ලාභීන් 195 (දැනට) දෙනා අතුරින් ගැහුණු අය සිටින්නේ දෙදෙනෙකි. එක්කෙනෙක් සුප්‍රසිද්ධ මාරි කියුරිය.

Shockley මිය ගිය පසු එම පුවත ඔහුගේ දරුවන් දැන ගත්තේ පුවත් පත්වලින් බව පැවසේ. මේ බටහිර සංස්කෘතියේ හැටිය. විශේෂ කුසලතා නැති වුවත් ආදරය සෙනෙහස අඳුනන ජානද ලෝකයට බෙහෙවින් අවශ්‍යය. මම නම් හිතන විදියට විශේෂ කුසලතා ඇති අය ටිකක් හිටියම ඇති ය. විශේෂ කුසලතා ඇති අය ගොඩක් හිටියම වැඩියෙන් ඇනකොටා ගන්නවාය. කරුණාව ලෙන්ගතුකම වැනි ගුණාංග තියෙන අය වැඩිවන තරමට හොඳය.

(35) ඉතා පහසුය. වෙනසකට ඇත්තේ තහඩුව නළයේ මැදින් ගෙන යෑමය. සාමාන්‍යයෙන් තහඩු ඇද ගෙන යන්නේ එක් ද්‍රව ස්තරයක් මතය. මේ තහඩුවට පහළ හා ඉහළ යන දෙකේම තෙල් තට්ටු දෙකක් ඇත. තහඩුව හා ස්පර්ශවන තෙල් ස්තර (ඉහළ සහ පහළ) තහඩුවේ වේගයෙන්ම ගමන් කරනවා සේ සැළකිය හැකි අතර නළයේ අභ්‍යන්තර පෘෂ්ඨයේ ස්පර්ශ වන තෙල් ස්තරයේ වේගය ශුන්‍ය සේ සැළකිය හැකිය. නළය තුළ ඇති ඉතා තුනී තෙල් ස්තරවල ප්‍රවේග පැතිකඩ (*Velocity Profile*)පහත පරිදි වේ.



ප්‍රවේගය ඒකාකාර නිසා යෙදිය යුතු බලය මුළු දුස්ස්‍රාවී බලයට සමාන වේ. දුස්ස්‍රාවී බලය සෙවීමේ දී තහඩුවේ පැති දෙකම සැළකිය යුතුය.

දුස්ස්‍රාවී බලය ලබා දෙන සම්මත සූත්‍රය වන $\eta A\frac{\Delta V}{\Delta r}$යොදන්න.

අවශ්‍ය බලය$= 2 \times 0.072 \times 0.4 \times \frac{0.02}{0.008} = \frac{2\times72\times0.001}{8} = 0.144 = 1.44 \times 10^{-1}$ N

වරදිනවානම් වරදින්නේ තහඩුවේ පෘෂ්ඨ දෙකම මත බලපාන දුස්ස්‍රාවී බලය නොසලකා හැරීමය. තහඩුවේ යට මෙන්ම උඩත් තෙල් ස්තර ඇති බව සැළකිය යුතුය. නළය විශාල පෘෂ්ඨීය වර්ගඵලයකින් යුක්ත වේයැයි සඳහන් කොට ඇත්තේ නළයේ දෙකෙළවරින් ඇතිවන ගැටි ආවරණ / ඵල (*edge effects*) නොසළකා හැරීමටය.

(36) හදන්න දෙයක් නැත. ගෝලාකාර ද්‍රව පටලවලට පිටින් ඇති පීඩනය එකමය. ගෝල තුල ඇති පීඩනය ද සමානය. එසේ නම් $T_1 = \frac{T_2}{2} = \frac{T_3}{3}$ වෙනවා හැර වෙන මොනවා වෙන්නද ? අමතර පීඩනය $\frac{4T}{R}$ වේ. 4 පොදු නිසා එය ලිවිය යුතු නැත. පෘෂ්ඨීක ආතති සමාන වූයේ නම් ගෝල මෙසේ පැවතිය නොහැක. කුඩා ගෝලය තුළ පීඩනය වැඩි වේ. එසේ වූයේ නම් කුඩා ගෝල දෙක හැකිළී විශාල ගෝලය ලොකුවනු ඇත. නමුත් ද්‍රව පටලවල පෘෂ්ඨීක ආතති වෙනස් නිසා මෙවැනි පද්ධතියක් සමතුලිතව පැවතීමේ අවුලක් නැත.

මෙක දැක්ක ගමන් මට මතක්වෙන්නේ පෙනහළුවල ඇති ගර්තය. කුඩා හා විශාල ගර්ත එකිනෙකට සම්බන්ධ වී සමතුලිතව පැවතිය හැක. කුඩා ගර්ත පෘෂ්ඨවල ඒකක වර්ගඵලයක් මත පෘෂ්ඨීක ආතති අඩු කරන්නා වූ ද්‍රව (*Surfactant*) අණු වැඩි සංඛ්‍යාවක් ඇති නිසා එහි පෘෂ්ඨීක ආතතිය අඩු කර ගෙන ඇත. එමගින් අරය අඩු වී පීඩනය වැඩිවීමේ අවාසිය පෘෂ්ඨීක ආතතිය අඩු කර ගැනීම මගින් මඟ හරවා ගත ඇත. $T_1 < T_2 < T_3$.

(37) උෂ්ණත්වය වෙනස් නොවන නිසා විමෝචනය කරන ශක්තිය රඳා පවතින්නේ මුළු පෘෂ්ඨීක වර්ගඵලය මතය. සිලින්ඩරාකාර කුට්ටියේ මුළු පෘෂ්ඨීක වර්ගඵලය $2\pi r^2 + 2\pi r\times 2r = 6\pi r^2$. $2\pi r^2$ යනු තල පැති දෙකේ වර්ගඵලයයි. $2\pi rl$ යනු වක්‍ර පෘෂ්ඨයේ වර්ගඵලයයි. කුට්ටිය තැටිවලට කැපුවා කියා මුළු වක්‍ර පෘෂ්ඨයේ වර්ගඵලය වෙනස් නොවේ. එය පෙර අගයටම සමානය. නමුත් තැටි කැපූ විට නිරාවරණය වන තල පෘෂ්ඨයේ සඵල වර්ගඵලය වැඩි වේ. එක් තැටියක තල මුහුණත් දෙකේ වර්ගඵලවල එකතුව $2\pi r^2$වේ. එම නිසා තැටි N සංඛ්‍යාවක තල මුහුණත් වල මුළු වර්ගඵලය $2\pi r^2 N$වේ. තැටි N සංඛ්‍යාවේ ම වක්‍ර පෘෂ්ඨවල මුළු වර්ගඵලය කැපීමට පෙර තිබූ

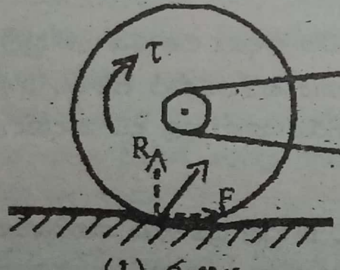
වර්ගඵලය වන $4\pi r^2(2\pi rl)$ ම වේ. එමනිසා තැටි කැපූ පසු ඒවායේ නිරාවර්තිත මුළු වර්ගඵලය $= 2\pi r^2N + 4\pi r^2 = 2\pi r^2(N+2)$ය.

$2\pi\, r^2\,(N+2)$ පෙර තිබූ වර්ගඵලය වන $6\pi\, r^2$ මෙන් $\frac{(N+2)}{3}$ ගුණයකි.

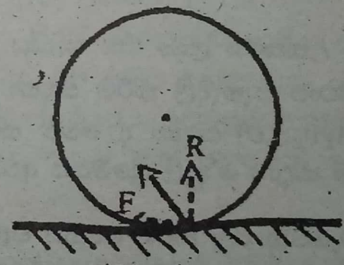
ගණනයෙන් තොරව නම් මෙය විසඳිය නොහැක. තැටි කැපූ පසු ද අදාල වක්‍ර පෘෂ්ඨවල මුළු වර්ගඵලය කැපීමට පෙර තිබූ වක්‍ර පෘෂ්ඨයේ වර්ගඵලයට සමාන වන බව නොදැක්කොත් පිළිතුර ලබා ගැනීමට පමා වේ. මෙහි ඇති *trick* එක මෙයයි. එසේ නොදැක්කොත් කැපූ පසු තැටිවල වක්‍ර පෘෂ්ඨයන්ගේ වර්ගඵලය මෙසේ ද සෙවිය හැක. එක සමාන ඝනකමක් ඇති තැටි N සංඛ්‍යාවක් කපා ගන්නා නිසා එක් තැටියක ඝනකම $\frac{l}{N} = \frac{2r}{N}$ වේ. එවිට එක් තැටියක වක්‍ර පෘෂ්ඨයේ වර්ගඵලය$= 2\pi r\frac{2r}{N}$. එබැවින් මෙවැනි තැටි N සංඛ්‍යාවක සම්පූර්ණ වක්‍ර පෘෂ්ඨ වර්ගඵලය$= 2\pi r\frac{2rN}{N} = 4\pi\, r^2$

(38) මෙවැනි ප්‍රශ්න කිහිපයක් පසුගිය ප්‍රශ්නපත්‍රවල සාකච්ඡා කොට ඇත. 2005 , 27 වන ප්‍රශ්නය මෙවගේය. එහි ඇත්තේ ගමන්කරන පාපැදියකි. එහිදී බල ක්‍රියා කරන දිශාව පිළිබඳ විග්‍රහයක් මා ඉදිරිපත් කොට ඇත. 2002 රචනා පළමු ප්‍රශ්නයේ ද මේ පිළිබඳ සවිස්තරාත්මක පැහැදිලි කිරීමක් කර ඇත. නැවත එම විස්තරය ඉදිරිපත් කරන්නම්.

පාපැදියක පසුපස රෝදය මත ක්‍රියා කරන බල පහත පෙන්වා ඇත. (1 රූපය) මෙවැනි අවස්ථාවකදී පසුපස රෝදය මත එළවුම් ව්‍යාවර්තයක් ක්‍රියා කරයි. මේවා සලකන්නේ එළවුම් රෝද (driven wheels) හැටියටය. මෙවැනි රෝදයකින් පොළොව පසුපසට තෙරපයි. එවිට පොළොව මතුපිටේ ස්වභාවය ගැන අවධානය යොමු කරන්න. අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට වඩා මතුපිට හැඩය විකෘති කර ඇත්තේ පහසුවෙන් තේරුම් ගැනීම සඳහාය. සමහර අවස්ථාවලදී අපගේ පියවි ඇසට මෙය නොපෙනුනත් අණුක පරිමාණ (atomic scale) සීමාව තුළ මෙය සත්‍ය වේ. එවිට පොළොවෙන් රෝදය මත යෙදෙන තිරස් බලය (ඝර්ෂණය) ඇතිවන්නේ ඉදිරියට නොවේද?
නොඑළවන (undriven) නිකම් පෙරළෙන රෝදයක් මත පොළොවෙන් ක්‍රියා කරන බල (2) රූපයෙන් පෙන්වා ඇත. එවිට ඝර්ෂණ බලය ක්‍රියා කරන්නේ රෝදය මත පසු පසටය.

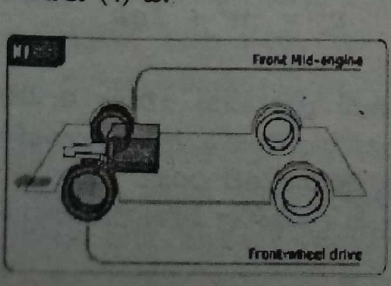


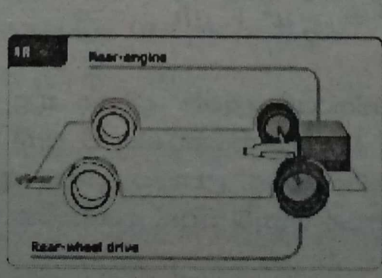
(1) රූපය

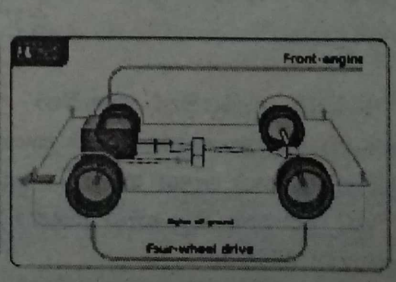


(2) රූපය

මෙහිදී එළවන (*driven*) සහ නොඑළවන (*undriven*) රෝද මොනවාද කියා සලකා බැලුවේ නම් ඇතිය. *A* මෝටර් රථය *front wheel-* ඉදිරිපස රෝද පමණක් එන්ජිමට සම්බන්ධ කර ඇති වාහනයකි. එමනිසා රථය ඉදිරියට යෑමට අවශ්‍ය බලය ලබා ගන්නේ ඉදිරිපස රෝද පොළොව මත තෙරපීමෙනි. එවිට පසු පස රෝද එළවන රෝද නොවේ. *B* මෝටර් රථයේ *rear wheel-* පසු පස රෝද පමණක් එන්ජිමට සම්බන්ධ කර ඇත. එවිට පැහැදිලිවම ඉදිරියට යෑමට අවශ්‍ය බලය ලබා ගත යුත්තේ පසු පස රෝද පොළොව තෙරපාය. එමනිසා නිවැරදි රූප සටහන (4) ය.







සරලව සිතුවත් එන්ජිමට සම්බන්ධ නොකළ රෝදවලින් චලිතය සඳහා ඉදිරියට ක්‍රියාත්මක වන බල සැපයිය නොහැක. එසේ වන්නේ නම් හරි ෂෝක්ය. දෙවියන් විසින් එළවනවා වගේය.

ඉස්සර වාහන ආවේ ***rear wheel*** හැටියටය. නමුත් එන්ජිම ඉදිරියේ ඇති නිසා පසු පස රෝද කරකැවීමට අවශ්‍ය බලය ප්‍රචාලන ඊෂාව (***prop - shaft***)(මැද පොල්ල) කරකවා එම රෝදවලට සම්ප්‍රේෂණය කළ යුතුය. එවිට ශක්තිය අපතේ යන නිසා එන්ජිම ඇති ඉදිරිපස රෝද කරකැවීම වඩා කාර්යක්ෂම හා ඉන්ධන ඉතිරි කර ගත හැකි නිසා ***front wheel drive*** වාහන නිපද වීමට පටන් ගත්තේය. දැන් ***four - wheel drive*** වාහන ද ඇත. ඒවා වේගයෙන් යා හැකි වුව ද ඉන්ධන පාවිච්චිය වැඩිය. එවැනි වාහනයක රෝද මත පොළොව මඟින් ඇති කරනු ලබන බලවල දිශා ඔබට ඇඳිය හැකි විය යුතුය. එක් එක් විදියේ තවත් වාසි හා අවාසි කිහිපයක් පහත දැක්වේ.

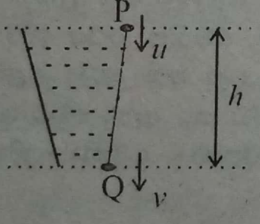
Front wheel drive වාහනවල එන්ජිම හා එළවුම් රෝද වාහනයේ එකම පැත්තේ ඇති නිසා වාහනය තුළ ඉඩ ඇත. වාහනයේ මැද හරහා දිවෙන ප්‍රචාලන ඊෂාව අවශ්‍ය නොවේ. වාහනයේ එන්ජිමේ බර ද ඉදිරියෙන් ක්‍රියාකරන නිසා එළවුම් රෝද ඉදිරිපස තිබීමෙන් වාහනයේ ඉදිරිපස පොළොව සමඟ හොඳින් බඳයි.

නමුත් වේගයෙන් පැදවිය හැකි රේසින් කාර් වැනි වාහන බොහෝ විට සාදන්නේ ***rear - wheel drive*** හැටියටය. මෙයට හේතුව වන්නේ කාරය වේගයෙන් ත්වරණය කරන විට වාහනයේ බර වැඩිපුර යොමු වන්නේ පසු පසට වීමය. එවිට වැඩිපුර ගැම්මක්/පොළොව සමඟ බැඳීමක්/හොඳ ප්‍රකර්ශනයක් ***(traction)***පසු පස රෝදවලින් ලබා ගත හැක. අධික ත්වරණවලදී ඉදිරිපස රෝද ඉස්සෙන්නට බලයි. ***rear - wheel drive*** වාහනවල ඇති අනෙක් වාසියනම් ඉදිරිපස රෝද ප්‍රධාන වශයෙන් භාවිත කරන්නේ වාහනය පැදවීමට/හැසිරවීමට නිසා ඉස්සරහ රෝද හොඳට කැපිය හැක. ***Front wheel drive*** වාහනවලට වඩා ඉදිරිපස රෝද සිත් සේ වමට හා දකුණට හැරවිය හැක.

1970, 80 ගණන් වෙනකම් බොහෝ වාහන සැදුවේ ***rear wheel drive*** හැටියටය. තවමත් පාපැදි හා යතුරු පැදි ඇත්තේ ***rear - wheel drive*** හැටියටය. ඉදිරිපස රෝදය අවශ්‍ය පරිදි කරකැවිය යුතු නිසා වෙන විකල්පයක් භාවිත කළ නොහැක. ඇත්තට ම වාහන ඉදිරියට යන්නේ එන්ජිමෙන් නොවේ. එන්ජිමෙන් රෝද කරකවා පොළොව තෙරපීමෙන්/ බදා ගැනීමෙන් බල ලබා ගත යුතුය. මෙම බල ඝර්ෂණ බල කියා හැඳින්වීමට සමහරු මැළි වෙති. අපි සැමවිටම සිතන්නේ ඝර්ෂණ බල චලිතයට විරුද්ධව ක්‍රියා කරනවා කියාය. නමුත් මෙම සිතිවිල්ල හෝ සංකල්පය වැරදිය. යම් පෘෂ්ඨයක් හෝ පොළොව තෙරපා ලබා ගන්නා පෘෂ්ඨයට හෝ පොළොවට සමාන්තරව ක්‍රියා කරන බලය ඝර්ෂණ බලය වේ. තෙරපන දිශාව අනුව එය චලිත දිශාවට විය හැකිය. චලිත දිශාවට විරුද්ධව විය හැක.

(39) බැලූ බැල්මට ම උත්තරය ලබා ගත හැකිය. (C) සහ (D) පැහැදිලි කිරීම සඳහා පමණක් බ'නූලි ප්‍රමේයය අවශ්‍ය වේ. (A) අවස්ථාව පැහැදිලි කිරීම සඳහා අවශ්‍ය වන්නේ සාන්තත්‍යය සමීකරණය පමණි. (***equation of continuity***) $A_1v_1 = A_2v_2$. (D) සඳහා ද මෙම සමීකරණය අවශ්‍ය වුවද සිරස් නළ තුළ ද්‍රව කඳන්වල උසෙහි වෙනස පැහැදිලි කිරීම සඳහා බ'නූලි ප්‍රමේයය අවශ්‍යය.

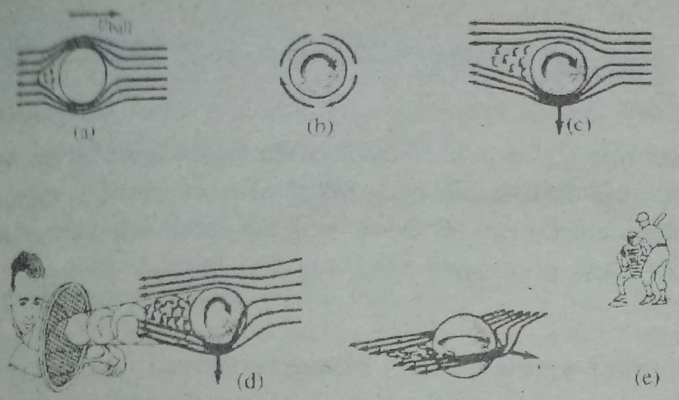
කරාමයෙන් පහළට වැටෙන ජල කඳේ වේගය වැඩිවන බව තීරණය කිරීමට බ'නූලි ප්‍රමේයය අනවශ්‍යය. නිකම්ම කිව හැක. එවිට $A_1v_1 = A_2v_2$ මඟින් $v_2 > v_1$ නම් $A_2 < A_1$ බව නිගමනය කළ හැක. කරාමයෙන් පහළට වැටෙන ජල කඳක යම් ස්ථානයක වේගය සෙවීමට අවශ්‍ය නම් එය සෙවීම සඳහා නම් බ'නූලි ප්‍රමේයය යෙදිය හැක.



කරාමයෙන් යම්තම් ඉවතට එන ජල කඳක P ලක්ෂ්‍යයේ ප්‍රවේගය u නම් බ'නූලි ප්‍රමේයය යෙදීමෙන් , $\pi + \frac{1}{2}\rho u^2 + 0 = \pi + \frac{1}{2}\rho v^2 - \rho gh$

$$\frac{1}{2}v^2 = \frac{1}{2}u^2 + gh \quad \Rightarrow \quad v^2 = u^2 + 2gh$$

නිකං $v^2 = u^2 + 2gh$ දැමීමෙන් ලැබෙන උත්තරයම ලැබේ. ද්‍රවකඳ තුළ ඇති ලක්ෂ්‍යයක වේගය සෙවීම සංකීර්ණය. ඉහත මා සළකා ඇත්තේ ද්‍රව කඳේ වාතයට නිරාවරණය වී ඇති ලක්ෂ්‍ය දෙකක්ය. ලක්ෂ්‍ය දෙකේම පීඩනය වායුගෝලීය පීඩනය ලෙස සැලකිය හැක්කේ එවන් ලක්ෂ්‍යය. ද්‍රවකඳ තුළ පීඩනය අපි සරළව නොදනිමු. මෙවන් අවස්ථාවකදී ද්‍රව කඳ පටු යැයි සළකා කඳේ ඕනෑම තිරස් හරස්කඩක ඇති ලක්ෂ්‍යවල වේග එක සමාන ලෙස ගැනීම සාමාන්‍ය සිරිතය.



බැමෙමින් ගමන් කරන බෝලයක උත්ක්‍රමය පැහැදිලි කිරීම සඳහා බ'නුලි ප්‍රමේයය අවශ්‍යය. එය අප හැමෝම දන්නා කරුණකි. බැමෙන බෝලයක සිදුවන ක්‍රියාවලිය සලකා බැලීම වටී. වමේ සිට දකුණට වාතය තුළ චලනය වන (බැමීමකින් තොරව) බෝලයක් සලකා බලන්න. බෝලයට සාපේක්ෂව වායු ධාරාව (a) රූපයෙන් පෙන්වා ඇති පරිදි දකුණේ සිට වමට ගමන් කරයි.

(b) රූපයෙන් *"top spin"*එකක් සහිතව බැමෙන බෝලයක් නිරූපණය කරයි. *"top spin"*යනු කඩදාසි තලයට ලම්භකව බෝලයේ කේන්ද්‍රය හරහා යන තිරස් අක්ෂයක් වටා රූපයේ පෙන්වා ඇති දිශාවට (දක්ෂිණාවර්තව) බැමෙන බෝලයකි. බෝලය සහ වාතය අතර ඇති ඝර්ෂණය නිසා හා වාතයේ දුස්ස්‍රාවිතාව නිසා බෝලයේ පෘෂ්ඨයට සමීප වායු ස්ථර බෝලය බැමෙන දිශාවට ඇද ගෙන යයි. මේ නිසා බෝලයට සාපේක්ෂව බෝලයට පහළින් ඇති වායු ස්ථරවල වේගය බෝලයට ඉහළින් ඇති වායු ස්ථරවලට වඩා වැඩි වේ. ඇයි ? බැමීමක් නොතිබුණා නම් බෝලයට සාපේක්ෂව වායුව ගැලුවේ දකුණේ සිට වමටනෙ. බැමීම නිසා බෝලය සමීපයේ බෝලයට යට වායු ස්ථරවල වේගයට බැමෙන නිසා වන වේගය එකතු වන අතර බෝලයට ඉහළින් වන වායු ස්ථරවල වේගය බැමීම නිසා අඩු වේ. ඇයි? බැමෙන නිසා වායු ස්ථරවලට ලැබෙන වේගය බෝලයට ඉහළින් තිබෙන්නේ (a) රූපයෙන් පෙන්වා ඇති වායු ධාරාවේ දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධවනෙ.

මේ නිසා ඇතිවන අසමමිතිකතාව (c) රූපයෙන් පෙන්වා ඇත. බෝලයට සාපේක්ෂව බෝලයට යට ප්‍රවාහ රේඛා වඩාත් ලංවේ.(වේගය වැඩිය) එසේම බෝලයට ඉහළ ප්‍රවාහ රේඛා ඈත්වේ. (සාපේක්ෂව වේගය අඩුය) එමනිසා බ'නුලි ප්‍රමේයයට අනුව බෝලයට ඉහළින් වාතයේ පීඩනය පහළට සාපේක්ෂව වැඩිවේ. එමනිසා බෝලය පහළට උත්ක්‍රමය වේ. ටෙනිස් ක්‍රීඩාවේ දී වේගයෙන් ගසන *serve* එක පිටිය තුළ රඳවා තබා ගැනීමට මෙම *"top spin"* යොදා ගනී. [(d) රූපය] ක්‍රිකට් ක්‍රීඩාවේ ද මෙය භාවිතා කරයි. *"top spin"* පන්දුවක් දෙපසට උත්ක්‍රම නොවී පහළට උත්ක්‍රමය වී කෙළින් යන්න බලයි.

බෝලයේ සිරස් අක්ෂය වටා උඩින් සිට පහළට බලන විට දක්ෂිණාවර්තව භ්‍රමණය වේ නම් සිදුවන දෙය (e) රූපයෙන් පෙන්වා ඇත. එවිට බෝලය ඊතලයෙන් පෙන්වා ඇති දිශාවට (උඩින් බලන විට දකුණු පැත්තට) උත්ක්‍රම වේ. එය දකුණත් පිතිකරුවෙකුට *"off spin"* පන්දුවකි. සිරස් අක්ෂය වටා උඩින් සිට පහළට බලන විට බෝලය වාමාවර්තව භ්‍රමණය වේ නම් එය *"leg spin"*පන්දුවක් බව ඔබට පහසුවෙන් වැටහේ. එවිට බෝලය උත්ක්‍රම වන්නේ තිරස් තලයක උඩින් සිට පහළට බලන විට වම් පැත්තටය. මෙවැනි උපක්‍රම *" base ball"*ක්‍රීඩාවේ ද පන්දු යවන්නා විසින් යොදා ගනී. පන්දුවට පහර දෙන්නා වෙතට හෝ ඔහුගෙන් ඉවතට පන්දුවේ ගමන් මාර්ගය වක්‍ර කළ හැක.

ගොල්ෆ් ක්‍රීඩාවේදී බෝලයට *"back spin"*එකක් ලබා දේ. *"back spin"*එකකදී බෝලය බැමෙන්නේ ඉහත (b) රූපයෙන් පෙන්වා ඇති දිශාවට විරුද්ධ පැත්තටය. එවිට බෝලය උත්ක්‍රම වීමට යත්න දරන්නේ උඩු අතට බව ඔබට ඉතා පහසුවෙන් තීරණය කළ හැක. එය එසවුමකි. *"back spin"*එකක් නොමැතිව ගසන ලද බෝලයකට වඩා *"back spin"* සහිත ව ගසන ලද බෝලයක් වැඩි වේලාවක් උඩු ගුවනේ රැඳේ. ගොල්ෆ් ක්‍රීඩාවට මෙය අත්‍යවශ්‍ය සාධකයකි. බෝලයේ පෘෂ්ඨය ඉතා සුමට නම් ඉහත සඳහන් කළ උත්ක්‍රම ලබා ගැනීම අසීරුය. බෝලය බැමෙන විට සමීප වාත ස්ථර බෝලය සමඟ ඇද ගෙන යෑමට අවැසි ඝර්ෂණය පැවතිය යුතුය. නව පන්දුවෙන් *"spin"*බෝල දාන්න මැළි වන්නේ මේ හේතුව නිසාය. ගොල්ෆ් බෝලවල පෘෂ්ඨයේ කුරුළෑ වැනි වලවල් (*dimples*) ඇත්තේ ඇයිදැයි ඔබට සිතා ගත හැක. ගොල්ෆ් බෝල කලිසම්වල අතුල්ලන්නේ නැත. ඇතිල්ලුවත් වැඩක් නැත. ක්‍රිකට් බෝලයක 'සීමයක්' ඇති නිසා උත්ක්‍රම හැදෑරීම සංකීර්ණය. සීමයද තණනිල්ලේ වැදී උත්ක්‍රම වේ. නිවැරදි උත්තරය (C) සහ (D) ය.

(40) මෙයට සමීකරණ ලිවීමේ අවශ්‍යතාවයක් නැත. සමීකරණ ලිවීමට බැරිකමක් නැත. නමුත් තර්කයෙන් ලබා ගැනීමෙන් කාලය ඉතිරි කරගත හැක. කොහොමටත් කාලය සමඟ P අඩු වියයුතුය. කාලය සමඟ P වැඩිවන ප්‍රස්තාර නැත. වක්‍ර ද දී නොමැත. සනත්වයෙන් වෙනස් ද්‍රව දෙකක් ඇති නිසා එකම අනුක්‍රමණය සහිත සරල

රේඛාවක් තිබිය නොහැක. කිසියම් වෙනසක් තිබිය යුතුය. යම් බෙදීමක් තිබිය යුතුය. මෙම තර්කයෙන් (5) වරණය ඉවත් කළ හැක.

සිලින්ඩරය තුළ h_1 උසක් සහිත ද්‍රවයෙන් වැඩි ප්‍රමාණයක් ඇත. ද්‍රව ගලන්නේ එකම පරිමා ශීඝ්‍රතාවයෙන් නිසා h_2 උසක් ඇති ද්‍රවය ඉවත් වී h_1 උසක් ඇති ද්‍රවය ඊළඟට ඉවත් වනවිට එම ද්‍රවය සම්පූර්ණයෙන් ඉවත්වීම සඳහා වැඩි කාලයක් ගත යුතුය. මේවා සරල තර්කය. මෙම තර්කයෙන් (3) සහ (4) වරණ කෙළින්ම ඉවත් කළ හැක. එම හැඩ දෙකේම දෙවන ද්‍රවය ඉවත් වීමට ගත වන කාලය පළමු ද්‍රවය ඉවත් වීමට ගත වන කාලයට වඩා අඩුය. මෙය විය නොහැක.

දැන් ඉතිරි වී ඇති (1) සහ (2) න් හරි වරණය තෝරා ගන්නේ කෙසේ ද? සරල තර්කයෙන් මෙයත් විසඳිය හැක. $t = 0$ දී මුළු පීඩනය ලැබෙන්නේ ද්‍රව දෙකම නිසාය. (2) ප්‍රස්තාරයේ දෙවන සරල රේඛාව $t = 0$ දක්වා පසු පසට දික් කළ විට පීඩන අක්ෂය කැපෙන ලක්ෂ්‍යය අනුරූප වන්නේ h_1 උසක් සහිත දෙවන ද්‍රවයෙන් පමණක් සිලින්ඩරය $(h_1 + h_2)$ උසකට පිරී තිබුණේ නම් ඇතිවන පීඩනයයි. එනම් $(h_1 + h_2)\rho_1 g$ ය. නමුත් කාලය $t = 0$ දී B ලක්ෂ්‍යයේ පීඩනය $h_1\rho_1 g + h_2\rho_2 g$ ය. $\rho_2 > \rho_1$ නිසා $h_2\rho_2 > h_2\rho_1$. එමනිසා දෙවන සරල රේඛාව පසු පසට දික් කළවිට P අක්ෂය කැපෙන තැන ද්‍රව දෙකම තිබී පටන් ගත් තැනට වඩා ඉහළින් තිබිය නොහැක. මෙම තර්කයෙන් පළමු ප්‍රස්තාරය ඉවත් කළ හැක. නිවැරදි වන්නේ (2) ය.

සමීකරණ ලියනවා නම් ද්‍රව ඉවතට යන පරිමා ප්‍රවාහ ශීඝ්‍රතාව V නම් t කාලයක දී ද්‍රවවල අඩු වන උස Vt වේ. සිලින්ඩරයේ හරස්කඩ වර්ගඵලය A නම් t කාලයකදී ද්‍රවවල අඩුවන උස $\frac{Vt}{A}$ වේ. මේ අනුව යටින් ඇති ද්‍රවය ඉවතට යන අවස්ථාවකදී B ලක්ෂ්‍යයේ පීඩනය P,

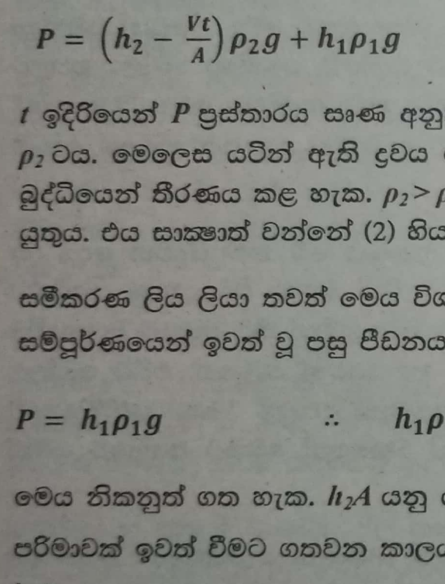
$$P = \left(h_2 - \frac{Vt}{A}\right)\rho_2 g + h_1\rho_1 g \qquad P = -\frac{V}{A}t\rho_2 g + h_1\rho_1 g + h_2\rho_2 g$$

t ඉදිරියෙන් P ප්‍රස්තාරය සෘණ අනුක්‍රමණයක් සහිත සරල රේඛාවක් විය යුතුය. අනුක්‍රමණය සමානුපාත වන්නේ ρ_2 ටය. මෙලෙස යටින් ඇති ද්‍රවය ගලා ගිය පසු අදාළ විචලනයේ අනුක්‍රමණය ρ_1 ට සමානුපාතික විය යුතු බව බුද්ධියෙන් තීරණය කළ හැක. $\rho_2 > \rho_1$ විය යුතු නිසා පළමු සරල රේඛාවේ අනුක්‍රමණය දෙවන එකට වඩා වැඩි විය යුතුය. එය සාක්ෂාත් වන්නේ (2) හිය.

සමීකරණ ලිය ලියා තවත් මෙය විශ්ලේෂණය කළ හැක. යටින් ඇති ද්‍රවය ගලා යාමට ගතවන කාලය t_2 නම් එය සම්පූර්ණයෙන් ඉවත් වූ පසු පීඩනය ලැබෙන්නේ උඩින් ඇති ද්‍රවය මඟින් පමණි. එමනිසා $t = t_2$ වන විට,

$$P = h_1\rho_1 g \qquad \therefore \quad h_1\rho_1 g = -\frac{V}{A}t_2\rho_2 g + h_1\rho_1 g + h_2\rho_2 g \quad \Rightarrow \quad t_2 = \frac{h_2 A}{V}$$

මෙය නිකනුත් ගත හැක. h_2A යනු යට ද්‍රවයේ මුළු පරිමාවයි. V ඒකාකාර ශීඝ්‍රතාවයකින් ද්‍රව ඉවත් වන නිසා h_2A පරිමාවක් ඉවත් වීමට ගතවන කාලය $\frac{h_2A}{V}$ විය යුතුය. එලෙසම h_1A පරිමාවක් ඉවත්වීමට ගත වන කාලය $t_1, t_1 = \frac{h_1A}{V}$. $h_1 > h_2$ නිසා $t_1 > t_2$. මෙයින් පළමු තර්කය සනාථ වේ. මාගේ දෙවන තර්කයත් හරි බව ඕන නම් බලා ගන්නට පුළුවන.



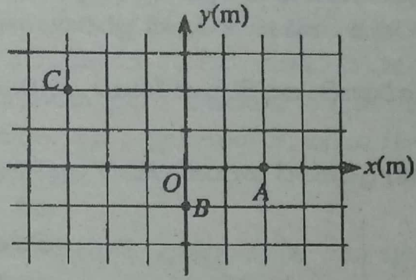
$$\frac{y}{\frac{h_2A}{V} + \frac{h_1A}{V}} = \frac{h_1\rho_1 g}{\frac{h_1A}{V}}$$

$$y = (h_1 + h_2)\rho_1 g$$

මෙ සියළු තර්ක කළ හැක්කේ නියත පරිමා ශීඝ්‍රතාවයකින් ද්‍රව ඉවත්වන නිසාය. ප්‍රායෝගිකව මෙය සිදු කිරීමට නම් ද්‍රව ගලන කොට කරාමය සීරුමාරු කළ යුතුය. ද්‍රව ගලන විට කරාමය ද ටිකෙන් ටික විවෘත විය යුතුය. නැත්නම් කරාමය එක් පිහිටුමක විවෘත කොට තැබුවහොත් මුළින් ද්‍රව ශීඝ්‍රයෙන් ගලයි. පහු වෙන්න පහුවෙන්න පීඩනය අඩුවන නිසා ද්‍රව ගැලීමේ ශීඝ්‍රතාවය ද අඩුවේ.

මෙච්චර ලිව්වත් මගේ පළමු කාල තර්කයෙන් නිවැරදි වරණ (1) හෝ (2) බව තෝරා ගත හැක. ඊලඟට සරල රේඛාවල අනුක්‍රමණ ද්‍රවයන්ගේ ඝනත්වවලට සමානුපාතික විය යුතු බව නිකමට සිතිය හැක. වෙන මොකකට සමානුපාතික වෙන්නද? එම කතා දැක්මෙන් නිවැරදි විචලනය (2) බව සිතා ගත්තෑකි. ඇත්තටම ද්‍රවයක් ගලන විට පීඩනය $h\rho g$ මඟින් ලබා නොදේ. මෙය ස්ථිතික පීඩනය පමණි. නමුත් පරීක්ෂකවරුන් B ලක්ෂ්‍යය දී ඇත්තේ ද්‍රව ප්‍රවාහයට සැහෙන ඈතිනි. ප්‍රවාහ රේඛා වළක්වා ඇත. B ලක්ෂ්‍යය කරාමය ලඟ සටහන් කළා නම් මේ ප්‍රශ්නය කළ නොහැක.

(41) පිපිරීමක් දුටු විගස රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිති මූල ධර්මය මතක් විය යුතුය. කැබලිවල ප්‍රවේග සොයා ගැනීම සඳහා කොටු ගණන් කරන්න. ඒ හැර වැඩි දුර නොසිතන්න. මුලදී වස්තුවේ ගම්‍යතාව ශුන්‍යය. එමනිසා පිපිරීමෙන් පසු කැබලිවල ගම්‍යතාවන්ගේ දෛශික එකතුව ද ශුන්‍ය විය යුතුය. ප්‍රශ්නය ඉදිරිපත් කොට ඇති අයුරින් චලිතය සිදු වන්නේ x - y තලයේ පමණි. එමනිසා x දිශාව හා y දිශාව ඔස්සේ සඵල දෛශික ගම්‍යතා ශුන්‍ය විය යුතුය. A කැබැල්ලේ ප්‍රවේගය $+X$ දිශාවට ඒකක 2 කි. (කොටු 2) ; B කැබැල්ලේ ප්‍රවේගය $-Y$ දිශාවට ඒකක 1 කි.

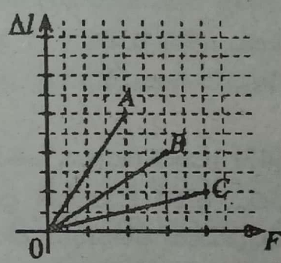


C කැබැල්ලේ ප්‍රවේගය $-X$ දිශාවට ඒකක 3 කි. $+Y$ දිශාවට ඒකක 2කි. දැන් ගම්‍යතා සංස්ථිති කරන්න.

$$\rightarrow 6 \times 2 = m_c \times 3 \Rightarrow m_c = 4 \qquad \uparrow 4 \times 2 = m_B \times 1 \Rightarrow m_B = 8$$

∴මුළු එකතුව = 6 + 8 + 4 = 18 g

(42) ඉතාම සරලය. 42 ට නොවටී. ගබඩා වී ඇති ශක්තිය $\frac{1}{2}F\Delta l$ මගින් ලැබේ. අදාල සරල රේඛා තුන හා F අක්ෂයෙන් වට වන ත්‍රිකෝණවල වර්ගඵල නිමානනය කරන්න. මෙයත් කොටු ගණන් කිරීමේ ප්‍රශ්නයකි. මෙවැනි ප්‍රශ්න 3ක් මේ ප්‍රශ්න පත්‍රයේ ඇත. කිරීමට ඇත්තේ සංසන්දනයක් නිසා $\frac{1}{2}$ අමතක කර දමන්න. A හි සිරස් අක්ෂයේ තිරස් ඉරි ගහපු කොටු 3 යි. තිරස් කොටු 2 යි. 3 × 2 = 6 යි. B හි ඉරි ගහපු සිරස් කොටු 2 යි. තිරස් කොටු 3 යි. 3×2 = 6 යි. C හි සිරස් 1 යි. තිරස් 4 යි. 4×1 = 4 ∴ $E_A = E_B > E_C$. ඕන නම් පුංචි කොටුත් ගණන් කළ හැක.



(43) මෙයත් *simple* ම *simple* ය. කේන්ද්‍ර අභිසාරී බලය $mR\omega^2$ ට සමාන කළ යුතුය. පළමු ප්‍රශ්න 20 ටත් දිය හැක. දුන්න නිසා m මත ඇති තිරස් බලය = $k(R - l)$ { $k \times$ විතතිය }

$k(R - l) = mR\omega^2$. උත්තරය අතේ ය. කටු වැඩ කොළයේ ලිවිය යුත්තේ මෙම සමීකරණය පමණි.

(44) තුෂාර අංකයට වඩා සිසිල් කිරීමේ දී සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාවය නියතයක් ව පවතී. තුෂාර අංකයේ දී සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව 100% කි. ඊට පසු මොනව වෙන්න ද? තුෂාර අංකයට වඩා සිසිල් කළවිට තුෂාර තැන්පත් වීමේ හේතුවෙන් ඒකීය පරිමාවක අඩංගු ජල වාෂ්ප ස්කන්ධය හෙවත් නිරපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව අඩු වේ. මේ කරුණ පසු ගිය ප්‍රශ්න පත්‍රවල ඕනෑ තරම් සාකච්ඡා කොට ඇත. සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව 100% ක් වී නියත වීමට පටන් ගන්නේත් තුෂාර අංකයේ දීය. එමනිසා මේ දෙකම ආරම්භ වන්නේ එකම කාලයක දී ය. (එකම තැනකය) එවැනි විචලනයක් පෙන්නුම් කරන්නේ (1) හිය. මේ කරුණෙන් වුව ද උත්තරය ටක් ගාලා සොයා ගත හැක.

වැඩිපුර බලනව නම් රත් කරන විට සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාවය අඩු වේ. (30 °C සිට 80 °C දක්වා) ඊට පසු නැවත උෂ්ණත්වය අඩුකරන විට සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාවය වැඩි වේ. 80 °C සිට උෂ්ණත්වය අඩු කරනවිට නැවත 30 °C හරහා යයි. තුෂාර අංකය 25 °C වේ. 30 °C සිට 25 °C දක්වා සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාවය තව දුරටත් වැඩිවේ. එමනිසා මුලින් 30 °C හි තිබූ අගය පාස් කර යා යුතුය. ටික දුරක් ගොස් 25 °C දී සංතෘප්ත වේ. 25 °C සිට 15 °C දක්වා R හි අගය නියතව (100%) පවතී. එලෙසම තුෂාර අංකය දක්වා ම A වෙනස් වන්නේ නැත. ඊට පසු අඩු වේ.

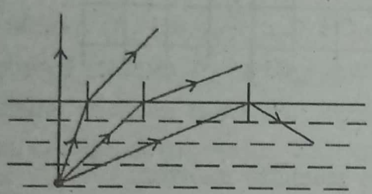
ප්‍රශ්නයේ අමතර වාක්‍යයක් ඇත. 'රත් කිරීම සහ සිසිල් කිරීම යන දෙකම නියත පීඩනයකදී සිදු කරනු ලැබේ'. මෙනිසා ප්‍රශ්නයට ප්‍රශ්නයක් ඇති වේ. යම් වායු පරිමාවක් ගෙන පීඩනය නියතව තබා උෂ්ණත්වය වෙනස් කළ

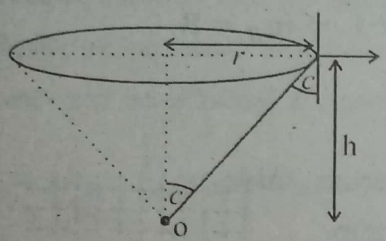
$V \propto T$ (චාල්ස්)

විට එහි පරිමාව වෙනස් වේ. නිදහසේ චලනය කළ හැකි පිස්ටනයක් සහිත භාජනයක් මෙනි. පරිමාව වෙනස් වුව හොත් නිරපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාවය නියතව නොපවතී. පරිමාව වැඩි වුව හොත් නිරපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාවය අඩු වේ. එමනිසා මෙ ප්‍රශ්නය සඳහා **ALL** දෙන්නට තීරණය විය.

(45) ***Peanuts*ය.** මුල් ප්‍රශ්න 10 ට දිය හැක. ග්‍රහලෝකයක පෘෂ්ඨය මත වියෝග ප්‍රවේගය සඳහා ප්‍රකාශනය කිහිපවිටක් අසා ඇත. මෙහි අසා ඇත්තේ ග්‍රහලෝකයේ කේන්ද්‍රයේ සිට $2R$ දුරක දී වියෝග ප්‍රවේගයයි. තර්කය වෙනස් නොවේ. වියෝග ප්‍රවේගය ඈතට ඈතට (අනන්තයට) යම් වස්තුවක් යාමතමින් ලඟා කිරීමට අවශ්‍ය අවම ප්‍රවේගයයි. ශක්ති සංස්ථිතියට අනුව, $-\frac{GMm}{2R}+\frac{1}{2}mv^2=0 \quad \Rightarrow \quad v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$

(46) ප්‍රශ්නයේ සඳහන් කොට ඇති ආලෝක ලපයක් ඇති නොවේ. ආලෝකය ජල පෘෂ්ඨයෙන් වර්තනය වන විට යම් පතන කෝණයක දී පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනයට බඳුන් වූවත් වර්තිත කිරණ වර්තක කෝණය 0^0 සිට 89.999^0 ..... ක පරාසයකට ම විහිදේ. එමනිසා ජලයෙන් පිටත මුළු වපසරිය ම ආලෝකමත් වේ. ජලය පිරි පොකුණක ජලය තුළ පිහිටුවා ඇති ආලෝක ප්‍රභවයකින් ජලයෙන් පිටත මුළු ප්‍රදේශයම ආලෝකමත් වේ.

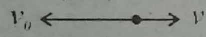




එමනිසා **ALL** දෙන ලදී. අරය r වන පාරාන්ධ තැටියක් ජල පෘෂ්ඨය මත තැබීමෙන් නම් උඩ සිට බලන කෙනෙකුට ප්‍රභවය නොපෙනී යන ලෙස සැලැස්විය හැක. එලෙසම පිරිසිදු ජලය සහිත ජලාශයක O හි සිටින මාළුවෙකුට දහවල් කාලයේ (සූර්යාලෝකය සහිත) ජල පෘෂ්ඨය පෙනෙන්නේ වෘත්තාකාර දීප්තිමත් පෙදෙසකින් එපිට අඳුරු පෘෂ්ඨයක් හැටියටය.

(47) ඉතාම සරලය. මෝටර් රථය t_0 කාලයක දී ගිලන් රථයේ ප්‍රවේගයට සම වේ. එවිට මෝටර් රථය සහ ගිලන් රථය අතර සාපේක්ෂ ප්‍රවේගය ශුන්‍ය වේ. එමනිසා t_0 කාලයේ දී ඇසෙන සංඛ්‍යාතය f_0 ට සමාන විය යුතුය. එවැන්නක් පෙන්නුම් කරන්නේ (1) , (2) , හා (3) ය.

මේ වගේ ගැටළු සැදිය යුත්තේ සාපේක්ෂ ප්‍රවේගයෙනි. නැතුව සූත්‍ර දමා නොවේ. සාපේක්ෂ ප්‍රවේගය නිශ්චය කිරීම සඳහා ගිලන් රථය නිශ්චල කරන්න. එම සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ ප්‍රවේගය මෝටර් රථයටත් දෙන්න.

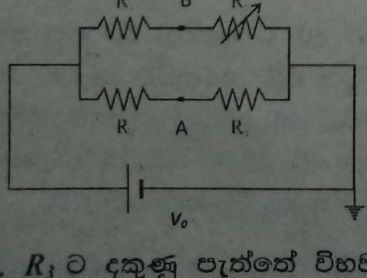


මෝටර් රථය

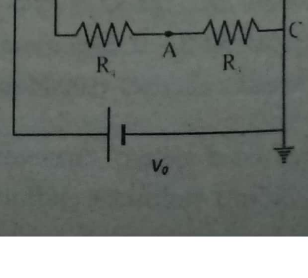
ගිලන් රථය

මුලදී මෝටර් රථයේ වේගය ශුන්‍යයේ සිට ක්‍රමයෙන් වැඩිවන නිසා ගිලන් රථයට සාපේක්ෂව මෝටර් රථයේ ප්‍රවේගය $\leftarrow v_0 - v$ වේ. එනම් මෝටර් රථය ගිලන් රථයෙන් ඈත් වෙනවා වගේය. එනම් ඇසෙන සංඛ්‍යාතය මුලසිට ම f_0 ට වඩා අඩු විය යුතුය. එයින් (1) ලොප්වේ. (2) හා (3) න් නිවැරදි විචලනය (3) බව එකවිට ම නිශ්චය කළ හැක. මෝටර් රථයේ ප්‍රවේගය නියතව පවතින අවස්ථාවේ දී සාපේක්ෂ ප්‍රවේගය ද නියත ව පවතී. එවිට ඇසෙන සංඛ්‍යාතය ද නියතව ($< f_0$) පැවතිය යුතුය.

(48) මෙහි උත්තරය පහසුවෙන් ම ලබා ගත හැක්කේ කෝෂයේ සෘණ අග්‍රය භූගත කිරීමෙනි. අසන්නේ B ට සාපේක්ෂවය. යම් ලක්ෂ්‍යයකට සාපේක්ෂව අසන විට අග්‍රයක් භූගත කිරීමේ වැරැද්දක් නැත. එසේ නොකළත් උත්තරය ලබා ගත හැක. නමුත් ගණනයන් දික්වේ.

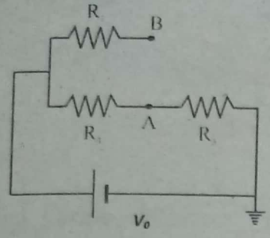


R_2 ශුන්‍ය වීම යනු ප්‍රතිරෝධයක් නොමැති කම්බියක් සම්බන්ධ කිරීමය. එවිට පරිපථය මෙ ආකාරයෙන් වේ. එවිට B ලක්ෂ්‍යයේ විභවය ශුන්‍ය වේ. R_3 ට දකුණු පැත්තේ විභවය ද ශුන්‍ය වේ. $V_C = 0$. එබැවින් R_3 හරහා විභව



අන්තරය A ලක්ෂ්‍යයේ විභවයට සමාන වේ. එමනිසා $V_A - V_C = V_A = \frac{R_3}{R_3+R_4}V_0$.

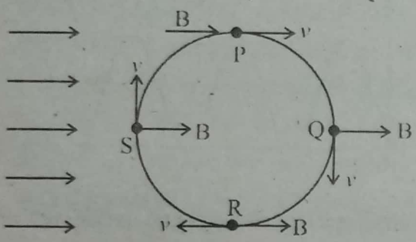
(R_4+R_3) හරහා V_0 නම් R_3 හරහා කොපමණ ද? දැන් එක් උත්තරයක් සොයා ගෙන ඉවරය. මෙයින් (1), (2) හා (3) වරණ ඉවත් කළ හැක. R_2 අනන්ත වීම යනු එය ඉවත් කිරීමය. එවිට පරිපථය දිස්වන්නේ මෙසේය.



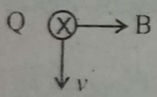
දැනුදු A ලක්ෂ්‍යයේ විභවය පෙර පරිදිමය. R_4 හා R_3 හා කෝෂය අඩංගු පරිපථයට කිසිම වෙනසක් සිදුකොට නැත. දැන් B හි විභවය කොපමණ ද? මෙය වැරදිය හැක. R_1 හරහා ධාරාවක් ගලන්නේ නැත. එමනිසා Bහි විභවය V_0 විය යුතුය. ධාරාවක් නොගලන්නේ නම් R_1 හරහා විභව අන්තරය ශුන්‍ය විය යුතුය. එසේනම් B ලක්ෂ්‍යයේ විභවය ද V_0 ම විය යුතුය. එය ශුන්‍ය විය නොහැක. ශුන්‍ය වුවහොත් R_1 හරහා විභව අන්තරයක් $(V_0 - 0)$ හට ගනී. එවිට ධාරාව ගැලිය යුතුය.

දැන් B ලක්ෂ්‍යයට සාපේක්ෂව Aහි විභවය, $V_A - V_B = \frac{R_3V_0}{R_4+R_3} - V_0$ වේ. නිවැරදි උත්තරය (4) ය. හුගත නොකටත් හදා බලන්න.

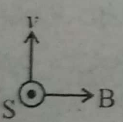
(49) මෙහි කතුරු ඔංචිල්ලාවක් දී ඇත්තේ ප්‍රශ්නය ලස්සන කිරීමට ය. නැත්නම් ප්‍රශ්නය ලෝහ දණ්ඩක් කරකැවීමකට සමකය. ඒකාකාර තිරස් චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක වෘත්තයක් වටා යන දණ්ඩක් ගැන සලකන්න. පිහිටුම් 4 ක් සැලකීම ඇතිය. දණ්ඩ කඩදාසියට ලම්භකව ඇත.

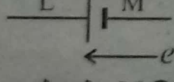


P ලක්ෂ්‍යයේ දී (ආරම්භක ලක්ෂ්‍යයේ දී) v හා B එකිනෙකට සමාන්තරය. එවිට ප්‍රේරිත වි.ගා. බලය ශූන්‍යය. එමනිසා විචලනය ශූන්‍යයෙන් පටන් ගත යුතුය. මෙයින් ම (1) හා (2) ඉවත් කළ හැක. Q ලක්ෂ්‍යයේ දී v හා B එකිනෙකට ලම්භකය. එම නිසා vlB වි.ගා. බලයක් දණ්ඩ තුළ කඩදාසියෙන් පිටතට යොමු වේ.



දකුණතේ මහපට ඇඟිල්ල අනෙක් ඇඟිලිවලට ලම්භකව තබා ඇඟිලි v සිට B දෙසට කරකවන්න. එවිට මහපට ඇඟිල්ල යොමුවන්නේ කඩදාසියට ලම්භකව පිටතටය. v හා B එකිනෙකට සමාන්තර වන නිසා R ලක්ෂ්‍යයේ දී vlB බලය ශූන්‍ය වේ. S ලක්ෂ්‍යයේ දී v හි දිශාව Q ට සාපේක්ෂව ප්‍රත්‍යාවර්ත වේ. එයින් ම (4) විචලනය ඉවත් කළහැක. දැන් vlB බලය ක්‍රියා කරන්නේ කඩදාසියේ තලයට ලම්භකව ඇතුළට ය. ඉතිරි වන්නේ (3) හා (5) ය. මේ දෙකෙන් නිවැරදි පිළිතුර තෝරා ගැනීම සඳහා M ට සාපේක්ෂව L කෙළවර ධනද සෘණ ද කියා සොයා ගත යුතුය. Q අවස්ථාව සලකන්න. එහිදී දණ්ඩ දිගේ වි.ගා. බලය ක්‍රියාකරන්නේ M සිට L පැත්තටය. (කඩදාසියෙන් ඉවතට) දණ්ඩ පුංචි කෝෂයක් ලෙස සලකන්න. වි.ගා. බලය ක්‍රියා කරන්නේ M සිට L පැත්තට නම් කෝෂයේ සෘණඅග්‍රය M ද ධන අග්‍රය L ද විය යුතුය.

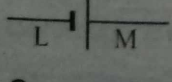




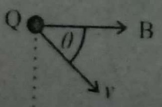
එමනිසා M ට සාපේක්ෂව L ධනය. එසේනම් නිවැරදි වරණය (3) ය. ධන පැත්තෙන් පටන් ගත යුතුය. තවත් විදියකට සිතුවහොත් වි.ගා. බලය M සිට L යනු ධාරාවක් ගැලුවේ නම් ගැලිය යුත්තේ M සිට Lය. එසේනම් ආරෝපණ ගලන්නේ L සිට M කරාය.

එසේනම් Mට සාපේක්ෂව Lධනය.

S අවස්ථාව බලන්න ඕනත් නැත. බලන්නේ නම් එවිට දණ්ඩ මෙවන් කෝෂයකට සමකය.

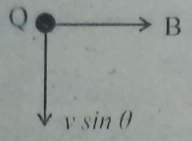


බලපු ගමන් (1) හා (2) ඉවත් කළහැක. මුලින් ම B හි දිශාව LMට ලම්භකව ඇඳ ඇත. LM හි ආරම්භක ප්‍රවේගය ඇත්තේ ද B දිශාවටමය. මේ අනුව නිවැරදි වරණය (3) හෝ (5) විය යුතු බව නිසඟයෙන් වැටහෙනු ඇත. ප්‍රත්‍යාවර්තක ධාරා ඩයිනමෝවක පවා ආමේචරය එක් රවුමක් යන විට ප්‍රේරිත වි.ගා. බලයේ දිශාව මාරු වේ. පොටවෙ ගැසුවත් ඔබ ගැසිය යුත්තේ (3) ට හෝ (5) ටය.

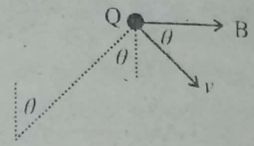


දිශාව තීරණය කළ හැකි පහසුම මඟ ලෝහ දණ්ඩ තනි කෝෂයක් හැටියට සැලකීමය. දිශා ලබා ගැනීමට දකුණත් නීතිය භාවිතා කරන්න. එය ප්ලෙමිංගේ නීතිවලට වඩා සරලය. අතරමැදි

අවස්ථාවක් සැලකිය යුතු නැත. හැමවිට ම ලේසිම තැන්වලින් අල්ලා ගන්න. අතරමැදි අවස්ථාවක් සලකන්න ඕන නම්

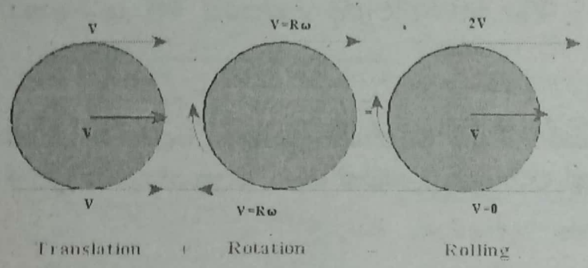


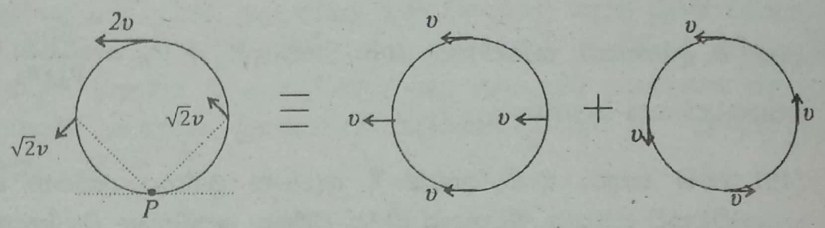
v විභේදනය කරන්න. තිරස් සංරචකයෙන් වි.ගා. බලයක් ප්‍රේරණය නොවේ. වි.ගා. බලයක් ප්‍රේරණය වන්නේ සිරස් සංරචකයෙන් පමණි. $e = Blv\sin\theta$



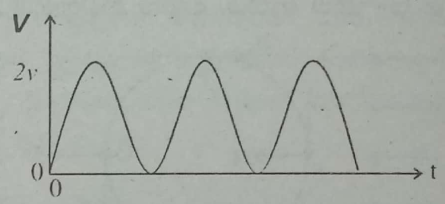
ආරම්භයේ දී $\theta = 0$ ය. එවිට $e = 0$ ය. ඉහත ප්‍රකාශනයෙන් ද e සඳහා සයිනාකාර හැඩයක් බලාපොරොත්තු විය හැක. $\theta = \omega t$. ඉතින් (3) හෝ (5) හැර අන් සරණක් ඇත් ද?

(50) මෙවැනි රෝදයක් තිරස් පොළොවක පෙරළෙන අවස්ථාවක් පසුගිය ප්‍රශ්න පත්‍රවල සාකච්ඡා කොට ඇත. 2010 - 18 , 2012 -57 (පැරණි නිර්දේශය)





උත්තාරණය + භ්‍රමණය = පෙරළීම

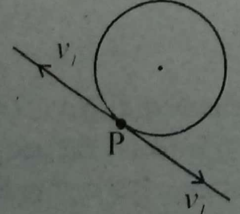


පොළොවට සාපේක්ෂව P ලක්ෂ්‍යයේ ප්‍රවේගයෙහි විශාලත්වය ශුන්‍යයේ සිට $2v$ අතර දෝලනය වේ. පොළොව ස්පර්ශ කරන විට P ලක්ෂ්‍යයේ ප්‍රවේගය ශුන්‍යවේ. P ලක්ෂ්‍යය තම පෙතෙහි මුදුනට ගිය විට ප්‍රවේගය $2v$ වේ. අනෙක් සෑම ප්‍රවේග විශාලත්ව අගයක්ම $2v$ ට වඩා අඩු වේ. එමනිසා තිරස් පොළොවක පෙරලෙන රෝදයක P ලක්ෂ්‍යයේ පොළොවට සාපේක්ෂව ප්‍රවේගය (V) කාලය (t) සමඟ වෙනස් වන්නේ මෙසේය. ප්‍රවේගයෙහි උපරිම විශාලත්වය (ප්‍රවේග විස්තාරය) වෙනස් නොවේ. එය $2v$ වේ.

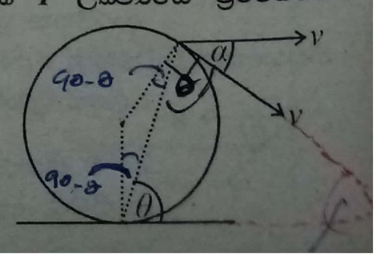
දැන් ආනත තලයක රෝදය පෙරළමු. දැන් රෝදය පහළට ත්වරණය වන නිසා v කාලය සමඟ එන්ට එන්ට වැඩිවේ. එවිට සෑම රවුමක් පාසා $2v$ හි අගය ද වැඩිවේ. එනම් ප්‍රවේග විස්තාරය නියතයක් ව නොපවතී. එය කාලය සමඟ වැඩි වේ. මෙහිදී සිදු වන අනෙක් දෙය නම් රෝදය ත්වරණය වන නිසා රෝදය එක රවුමක් යන්නට ගතවන කාලය ද ක්‍රමයෙන් අඩුවීමයි. පට පට ගාලා P එක රවුමක් යයි.

ප්‍රවේග විස්තාරය ක්‍රමයෙන් වැඩි වීමත් එක් වටයක් යෑම සඳහා ගතවන කාලය ක්‍රමයෙන් අඩු වීමත් නිරූපණය කරන්නේ (5) ප්‍රස්තාරයේය. (2) හි ප්‍රවේග විස්තාරය ක්‍රමයෙන් වැඩිවුවත් එක් එක් ගුටියට (වටයට) ගත වන කාල පරාසය සමාන වේ. (3) ත් (2) වගේය. වෙනසකට ඇත්තේ ආරම්භයේ දී P ලක්ෂ්‍යයේ පොළොවට සාපේක්ෂ ප්‍රවේගය ශුන්‍ය නොවීමයි. (4) හි එක් එක් ගුටි තුළ කාල පරාස ක්‍රමයෙන් වැඩි වේ.

ආනත තලයක පෙරලුණත් P ලක්ෂ්‍යය, තලය ස්පර්ශ කරන විට පොළොවට සාපේක්ෂව ප්‍රවේගය ශුන්‍ය වේ. ඒ සෑම මොහොතකම රෝදයේ ස්කන්ධ කේන්ද්‍රයේ ප්‍රවේගය සහ රෝදයේ මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යය හරහා රෝදයට ලම්භක අක්ෂයක් වටා භ්‍රමණ වේගය සමාන සහ ප්‍රතිවිරුද්ධ වේ.



වෙන විදියකට සිතුවොත් රෝදය ලිස්සා නොයන නිසා P ලක්ෂ්‍යය ආනත තලය ස්පර්ශ කරන විට පොළොවට සාපේක්ෂ ව එම ලක්ෂ්‍යය ක්ෂණික නිසලතාවයේ පවතී. අවශ්‍ය නැතත් ඕන නම් තිරස් පොළොවක පෙරලෙන රෝදයක P ලක්ෂ්‍යයේ ප්‍රවේගයේ විශාලත්වය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගත හැක.



ප්‍රවේග දෛශික දෙක අතර කෝණය $\alpha = 180^\circ - 2\theta$ බව පෙන්විය හැක. *Try*

කර බලන්න. දැන් ප්‍රවේග දෙකේ සම්ප්‍රයුක්තය සෙවීම සඳහා

$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\theta$ යෙදීමෙන්, $V^2 = 2v^2(1 \pm \cos 2\theta)$

$V^2 = v^2 + v^2 + 2v^2\cos(180^o - 2\theta) = 2v^2[\,1 + \cos(180^o - 2\theta)\,]$ ලැබේ. $V^2 = 2v^2(1 - \cos 2\omega t)$

$\theta = 0$ වන විට $\cos(180^o - 2\theta) = \cos(180^o) = -1 \rightarrow V = 0$

$\theta = 90^o$ වන විට $\cos(180^o - 2\theta) = \cos(0^o) = 1 \rightarrow V^2 = 4v^2 \rightarrow V = 2v$

$\theta = 45^o$ වනවිට $\cos(180^o - 2\theta) = \cos(90^o) = 0 \rightarrow V^2 = 2v^2 \rightarrow V = \sqrt{2}v$

ඉහත ප්‍රකාශනය $\theta\ (= \omega t)$ සමඟ ප්‍රස්තාර ගත කළ විට ඉහත ආකාරයේ හැඩයක් ලැබේ.

රෝදය ආනත තලය දිගේ පහළට පෙරළෙන විට ද ඉහත ප්‍රකාශනය භාවිත කළ හැක. එකම වෙනස වන්නේ v, කාලය සමඟ වැඩි වීමයි. රෝදය ආනත තලය දිගේ පහළට එන ත්වරණය a නම් ආරම්භයේ නිසලතාවයෙන් පටන් ගෙන t කාලයකට පසු රෝදයේ ස්කන්ධ කේන්ද්‍රයේ ප්‍රවේගය v, $v = at$ මගින් දෙනු ලබයි. එවිට

$V^2 = 2a^2t^2\,[\,1 + \cos(180^o - 2\theta)\,]$; $V = \sqrt{2}at\,[\,1 + \cos(180^o - 2\theta)\,]^{1/2}$

මෙම සමීකරණයේ t සහ θ යන විචල්‍යයන් දෙකක් ඇත. t සමඟ V වැඩිවේ. එය ඉතා පැහැදිලිය. θ සෑම විටම විචලනය වන්නේ රවුමක ය. $\theta = 0^0$ සිට 180^0 දක්වා නැවත නැවතත් විචලනය වේ. මෙමගින් බුම්බුලාකාර කොටස් ටික ලැබේ. නමුත් බුම්බුලාකාර කොටසක උස (විස්තාරය) කාලය සමඟ වැඩි වන අතර රෝදය පහළට ඒමේදී පට පට ගාලා රවුම් ටික යයි. (වේගය වැඩි වන නිසා) එමනිසා බුබ්බුලාකාර කොටසක් සඳහා ගත වන කාලය ද ක්‍රමයෙන් අඩු වේ. t හි අගය කුමක් වුවත් $\theta = 0^0$(හෝ 180^0) වනවිට $V = 0$ වන බව ඉහත ප්‍රකාශනයෙන් මොනවට පැහැදිලි වේ.

මම මේ ප්‍රශ්න පත්‍රය කළේ නම් මගේ කටු වැඩ කොළය.

07. $\frac{Q_1}{r} = \frac{Q_2}{2r}$ $\sigma_1 r^2 = \frac{\sigma_2 4r^2}{2}$ 09. $MR^2\omega = (MR^2 + 2mR^2)\omega'$ 11. $2x.2x.\,x = 8x.8x.y$ 13. $\Delta l = l_0\alpha\Delta\theta$

14. ප්‍රශ්න පත්‍රයේ ම සඳහන් කරමි. 15. $\frac{500\times1}{5}$ 17. $\frac{7}{8}\times 100$ 19. $-\frac{1}{30} - \frac{1}{20} = \frac{1}{f}$ $f = -\frac{30\times20}{50} = -12$

22. $\frac{P}{2} = \frac{KA(T-T_0)}{l}$ 25. $5 = \frac{V^2}{5}$ $V = 5$ $\frac{230}{5} = 46$ 26. $\frac{5}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R'}$ $R' = \frac{R}{4}$

27. $\frac{3}{4}\frac{\mu_0 I}{2r} - \frac{1}{2}\frac{\mu_0 I}{4r} = \frac{2\mu_0 I}{8r}$ 28. $f - 0.9f = 5$ $f = 50$

33.

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	1	1
1	0	0

35. $2\times 0.072\times 0.4\times\frac{0.02}{0.008} = \frac{2\times72\times0.001}{8} = 0.144$

37. $2\pi r^2 + 2\pi r\times 2r = 6\pi r^2$ $2\pi r^2 N + 4\pi r^2 = 2\pi r^2(N+2)$

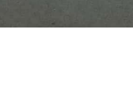
41. කොටු දිහා බලමින් පහත සමීකරණ ලියමි.

$6\times 2 = m_c\times 3$ $m_c = 4$ $4\times 2 = m_B\times 1$ $m_B = 8$

42. කොටු ගණන් කොට උත්තරය ලබා ගනිමි.

43. $k(R - l) = mR\omega^2$ 45. $-\frac{GMm}{2R} + \frac{1}{2}mv^2 = 0$ 48. සෘණ අග්‍රය භූගත කොට මනෝමයෙන් සාදමි.

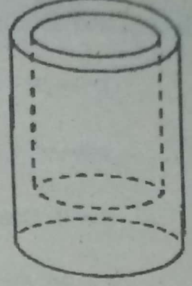
49. $e = Blv\sin\theta$



1. රූපයේ පෙන්වා ඇති ආකාරයේ කුඩා ඒකාකාර සිලින්ඩරාකාර භාජනයක් සාදා ඇති ද්‍රව්‍යයේ ඝනත්වය නිර්ණය කිරීම සඳහා පහත සඳහන් මිනුම් උපකරණ දී ඇත.

(1) ව'නියර් කැලිපරයක්

(2) ඉලෙක්ට්‍රොනික තුලාවක්



(a) මිනුම් ගැනීම සඳහා ව'නියර් කැලිපරයක් භාවිත කිරීමට පෙර ඔබ විසින් ගත යුතු ප්‍රථම පියවර කුමක් ද?

ව'නියර් කැලිපරයේ මූලාංක දෝෂයක් තිබේදැයි පරීක්ෂා කිරීම හෝ ව'නියර් කැලිපරයේ බාහිර හනු ස්පර්ශ කළ විට පරිමාණ දෙකෙහිම ශූන්‍ය සලකුණු එකම රේඛාවේ පිහිටන්නේදැයි බැලීම හෝ කුඩාම මිනුම නිර්ණය කිරීම

(b) භාජනය සාදා ඇති ද්‍රව්‍යයේ ඝනත්වය d සඳහා ප්‍රකාශනයක් ද්‍රව්‍යයේ පරිමාව V සහ එහි ස්කන්ධය M යන පද ඇසුරෙන් ලියන්න.

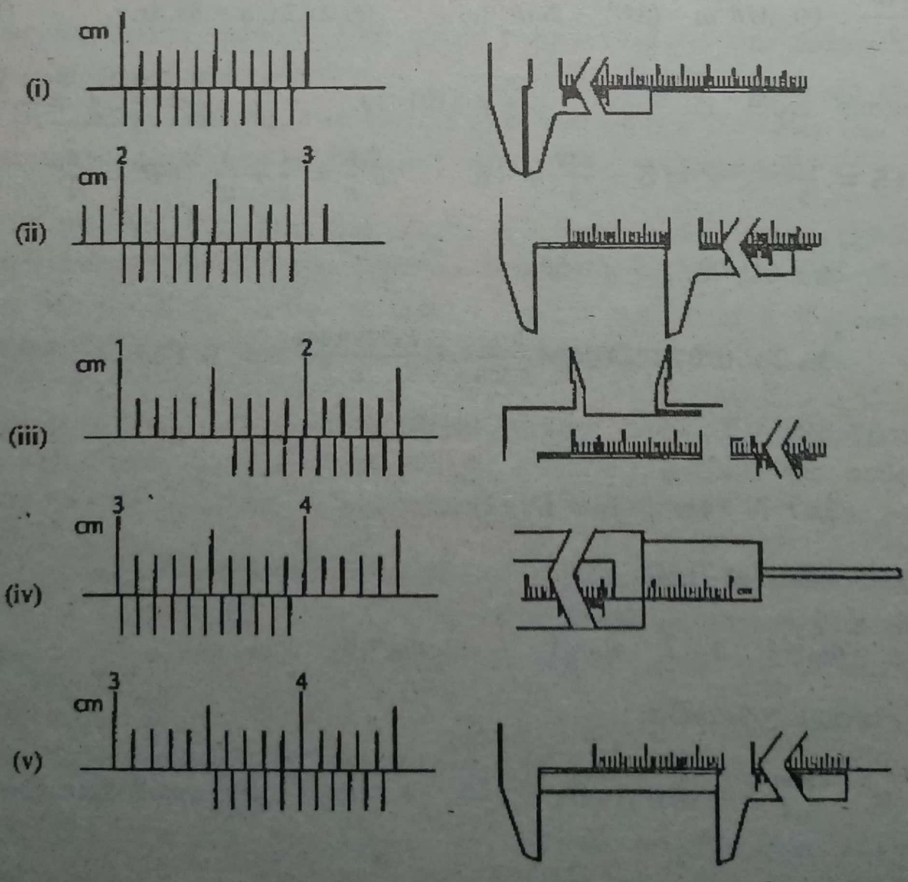
$d = \frac{M}{V}$ හෝ ඝනත්වය = ස්කන්ධය/පරිමාව

(c) භාජනයේ බාහිර විෂ්කම්භය සහ අභ්‍යන්තර විෂ්කම්භය යන මිනුම් දෙකට අමතරව, ද්‍රව්‍යයේ පරිමාව නිර්ණය කිරීම සඳහා ව'නියර් කැලිපරය භාවිතයෙන් ඔබ ලබා ගන්නා අනෙක් මිනුම් සඳහන් කරන්න.

(01) මූලාංක දෝෂය (02) බඳුනේ ගැඹුර හෝ අභ්‍යන්තර ගැඹුර හෝ උස (03) බඳුනේ උස (බාහිර/පිටත දිග)

(d) භාජනය සාදා ඇති ද්‍රව්‍යයේ පරිමාව නිර්ණය කිරීම සඳහා ලබා ගත් එක් මිනුම් කට්ටලයකට අදාළ සියලු ම ප්‍රධාන සහ ව'නියර් පරිමාණ පිහිටුම්, පහත සඳහන් (i) සිට (v) තෙක් රූපවලින් පෙන්වා ඇත. එක් එක් මිනුම ලබා ගැනීමට භාවිත කළ අදාළ හනු/ගැඹුර මනින කූර ආදිය රූපයේ දකුණු පසින් පෙන්වා ඇත.

සටහන : භාජනයේ උස එහි බාහිර විෂ්කම්භයට වඩා විශාල ය.



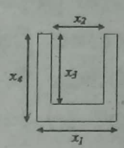
රූප නිවැරදි ව හඳුනාගෙන ඒවා (c) හි දැක්වූ මිනුම් හා සම්බන්ධ කර පහත දී ඇති වගුව සම්පූර්ණ කරන්න.

රූපය	වර්නියර් කැලිපරයේ කියවීම	නිවැරදි කරන ලද පාඨාංකය	මිනුමේ නම
(i)	0.02 cm		මූලාංක දෝෂය
(ii)	2.02 cm	2.00 cm (x_1 සියලු)	බාහිර විෂ්කම්භය
(iii)	1.62 cm	1.60 cm (x_2 සියලු)	අභ්‍යන්තර විෂ්කම්භය
(iv)	3.02 cm	(3.02 හෝ 3.00) cm (x_3 සියලු)	ගැඹුර
(v)	3.54 cm	3.52 cm (x_4 සියලු)	උස

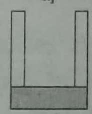
(e) (i) ඉහත වගුවේ දී ඇති සංකේත (x_1, x_2, x_3, x_4) ඇසුරෙන් භාජනය සාදා ඇති ද්‍රව්‍යයේ පරිමාව V සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියන්න.

ඉහත පාඨාංක සියල්ලම mm වලින්ද ලිවිය හැක

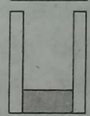
$$V = \pi\left[\left(\frac{x_1}{2}\right)^2 x_4 - \left(\frac{x_2}{2}\right)^2 x_3\right]$$ හෝ



$$V = \pi\left[\left(\frac{x_1}{2}\right)^2 - \left(\frac{x_2}{2}\right)^2\right] x_3 + \pi\left(\frac{x_1}{2}\right)^2 (x_4 - x_3)$$ හෝ



$$V = \pi\left[\left(\frac{x_1}{2}\right)^2 - \left(\frac{x_2}{2}\right)^2\right] x_4 + \pi\left(\frac{x_2}{2}\right)^2 (x_4 - x_3)$$



(ii) ඉහත (e) (i) යටතේ ලියන ලද ප්‍රකාශනය සහ ඉහත (d) හි වගුවේ ඔබ විසින් දෙන ලද පාඨාංක භාවිත කර V ගණනය කරන්න ($\pi = 3$ ලෙස ගන්න).

$$V = \pi\left[\left(\frac{2.0}{2}\right)^2 \times 3.52 - \left(\frac{1.6}{2}\right)^2 \times 3.0(or\ 3.02)\right]$$ හෝ

$$V = \pi\left[\left(\frac{2.0}{2}\right)^2 - \left(\frac{1.6}{2}\right)^2\right] 3.0(or 3.02) + \pi\left(\frac{2.0}{2}\right)^2 [3.52 - 3.0(or 3.02)]$$ හෝ

$$V = \pi\left[\left(\frac{2.0}{2}\right)^2 - \left(\frac{1.6}{2}\right)^2\right] 3.52 + \pi\left(\frac{1.6}{2}\right)^2 [3.52 - 3.0(or 3.02)]$$

$V = 4.8\ cm^3$ (4.76 - 4.80) cm^3 { V, mm^3 හෝ m^3 වලින්ද දිය හැක}

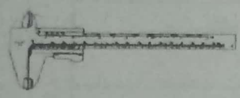
(f) ඉලෙක්ට්‍රොනික තුලාවේ පාඨාංකයට අනුව භාජනයේ ස්කන්ධය ග්‍රෑම් 9.60 නම්, භාජනය සාදා ඇති ද්‍රව්‍යයේ ඝනත්වය සොයා ඔබේ පිළිතුර $kg\ m^{-3}$ මගින් දෙන්න.

$$d = \frac{9.6\times10^{-3}}{4.8\times10^{6}}$$

$d = 2000\ kg\ m^{-3}$ හෝ (2010 - 2020) $kg\ m^{-3}$

වර්නියර් කැලිපරය ආශ්‍රිතව ගොඩ නැගූ ප්‍රශ්න පසුගිය ප්‍රශ්න පත්‍රවල දී ඇත. මේ ප්‍රශ්නයේ වෙනස වන්නේ මිනුම් සමූහයක් අන්තර්ගත කොට තිබීමයි. වර්නියර් කැලිපරය භාවිත කොට මිනුම් ලබා ගෙන තිබුණේ නම් හා සුළු ගණිත සූත්‍ර හා ගණිත කර්ම ප්‍රගුණ කොට තිබුණේ නම් මේ ප්‍රශ්නය සඳහා වන සම්පූර්ණ ලකුණු ප්‍රමාණය ඔබට ඉතා පහසුවෙන් ලබාගත හැක.

(a) මේ සඳහා විකල්ප උත්තර නැත. මූලාංක දෝෂයක් තිබේ දැයි බැලිය යුතුය. තිබේ නම් එය කියවිය / ලබාගත යුතුය. මූලාංක දෝෂය ලබා ගන්නේ කැලිපරයේ බාහිර හනු එකිනෙකට ස්පර්ශ කිරීමෙන් ය. ඇතුලත



හනු එකිනෙකට ස්පර්ශ වනවා කියා සම්මත ව්‍යවහාරයක් නැත. බාහිර හනු එකිනෙකට ස්පර්ශ වූ විට ඇතුලත හනු දිස්වන්නේ මේ ආකාරයට ය. එය එකිනෙකට ස්පර්ශ වීමක් නොව එකිනෙක හරහා ගොස් (පසු කර ගෙන ගොස්) නැවතීමකි.

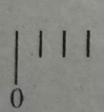
ප්‍රථම පියවර සඳහා මූලාංක දෝෂය හෝ කුඩාම මිනුම ප්‍රකාශ කළ හැක. නමුත් වඩාත් සුදුසු උත්තරය වන්නේ මූලාංක දෝෂය යි. සෑම වර්නියර් කැලිපරයකම පාහේ කුඩාම මිනුම කැලිපරය මත ම සලකුණු කොට ඇත.

(b) මෙය ප්‍රකාශ කරන්න බැරි නම් වැඩක් නැත.

(c) ඇත්තට ම අනෙක් මිනුම් වන්නේ බඳුනේ ගැඹුර සහ බඳුනේ බාහිර උසයි. මිනුම් තුනක් අසා ඇති නිසා මූලාංක දෝෂය ද මෙයට එකතු කොට ඇත. *(a)* කොටසේ දී මූලාංක දෝෂයක් ඇත්දැයි බලා ඇත. එය නිර්ණය කොට නොමැත. එමනිසා පරීක්ෂකවරුන් මූලාංක දෝෂය ද මිනුමක් හැටියට සළකා මෙම කොටසේ උත්තරවලට එකතු කොට ඇත. නමුත් මූලාංක දෝෂය මිනුමක් ***(measurement)*** නොව ගන්නා පාඨාංකයක් ***(reading)*** කියා තර්කයක් ඉදිරිපත් කළ හැක. එම තර්කයේ වලංගුතාවයක් ඇති නිසා *d (i)* කොටස යටතේ ශිෂ්‍යයෙක් මූලාංක දෝෂය නිවැරදිව හඳුනා ගෙන ඇත්නම් *(c)* කොටස යටතේ මූලාංක දෝෂය ලිවීමට අවශ්‍ය නැත.

(d) (i) සිට (iv) දක්වා ඇඳ ඇති රූප සටහන්වලට අනුව (i) න් මූලාංක දෝෂය ද (ii) න් බාහිර විෂ්කම්භය ද (iii) න් අභ්‍යන්තර විෂ්කම්භය ද (iv) න් බඳුනේ ගැඹුර ද (v) න් බඳුනේ උස ද ලබා දෙන බව පටලැවිල්ලකින් තොරව තීරණය කළ හැක. බාහිර විෂ්කම්භය හා බඳුනේ උස ලබාගැනීම සඳහා කැලිපරයේ බාහිර හනු භාවිත කළ යුතු නිසා (ii) සහ (v) මිනුම් අතර අවුලක් ඇතිවිය හැක. එමනිසා භාජනයේ උස එහි බාහිර විෂ්කම්භයට වඩා වැඩි බව ප්‍රශ්නයේ සඳහන් කොට ඇත. එබැවින් (ii) සහ (v) මිනුම් අතර ඇති අවුල ලිහේ. අභ්‍යන්තර විෂ්කම්භය මැනීම සඳහා අභ්‍යන්තර හනුත් ගැඹුර මැනීම සඳහා ගැඹුර මනින කූරත් භාවිතා කළ යුතු බව සක්සුදක් සේ පැහැදිලිය.

(i) රූපයෙන් මූලාංක දෝෂය **0.02cm (0.2 mm)** බව එක එල්ලේ ම පෙනේ. නමුත් සමහර දරුවන් මෙය **0.03cm** ලෙස සඳහන් කොට තිබුණි. එසේ වූයේ වර්නියර පරිමාණයේ මුල සිට 1,2,3 කියා කිය වූ නිසා ය. වර්නියර පරිමාණයේ පළමු සළකුණ 1 නොව 0 ය. වර්නියර පරිමාණය අඳින විට **0** සළකුණු කර තිබුණේ නම් හෝ එම සළකුණ අනෙක් කෙටි සළකුණුවලට වඩා ටිකක් දික් කොට තිබුණේ නම් මෙම අවුල නොවනු ඇත. රූපය බලන්න.



වර්නියර් කැලිපරවල ඇත්තට ම සළකුණු කොට ඇත්තේ මේ අන්දමටය. නමුත් එසේ නොඇත්නම් ඔබට මෙය නිරාකරණය කර ගැනීමට හැකියාවක් තිබිය යුතුය. එයත් එක්තරා විදියක බුද්ධිය මැනීමක් වේ.

අනෙක් පාඨාංක නිවැරදිව කියවා (ii) ,(iii) හා (v) ට අදාල නිවැරදි මිනුම් ලබා ගැනීමට කියවන ලද පාඨාංකවලින් මූලාංක දෝෂය අඩු කළ යුතුය. ඇයි? බාහිර හනු ස්පර්ශව ඇති විටත් වර්නියර පරිමාණය **0.02cm** කියවනවනෙ. ඉතින් මෙය වැඩිපුර කියවීමකි. මූලාංක දෝෂයක් නොතිබුණේ නම් හරියට ම ප්‍රධාන පරිමාණයේ සහ වර්නියර පරිමාණයේ බිංදු එකම රේඛාවේ පිහිටයි. අනෙක් පාඨාංක කියවන විටත් වර්නියර පරිමාණයේ බිංදුව ලකුණු අමතක කොට එකේ සිට කියෙව්වොත් සේරම ***upset*** යයි. උදාහරණයක් වශයෙන් එහෙම කියෙව්වොත් (v) ට අදාල කියවීම වන්නේ **3.55 cm** ය. එබැවින් මෙවැනි පාඨාංක කියවීමේදී පරිස්සම් වන්න.

ගැඹුර මනින කූරෙන් පාඨාංක ගැනීමේ දී මූලාංක දෝෂය සළකනවාද නැද්ද? මේ පිළිබඳ ආන්දෝලනයක් ඇති විය. මෙයට පිළිතුර දෙවිධියකට බැලිය හැක. වර්නියර් කැලිපරය හදන කොටම මූලාංක දෝෂයක් සහිතව නමුත් බාහිර හනු එකිනෙකට ස්පර්ශ වන විට ගැඹුර මනින කූරේ කෙළවර හරියට ම කැලිපරයේ පසුපස කෙළවරේ ම වෙන්ට ඇත්නම් ගැඹුර මනින කූරෙන් ලබා ගන්නා මිනුමකට ඉහත මූලාංක දෝෂය අනෙක් මිනුමකට බලපාන

අයුරෙන්ම බලපායි. එසේ වන්නේ කුර යම් මිනුමක් ගැනීම සඳහා එළියට පනින විට තම විදීම ආරම්භ කරන්නේ දෝෂය ද සමගම වීමය. නමුත් සවුත්තු *company* එකකින් ව' නියර් කැලිපරයක් ගත්තොත් විනා යම් නිෂ්පාදකයෙකු විසින් මූලාංක දෝෂයක් සහිතව කැලිපරයක් නිර්මාණය කරයි කියා සිතිය නොහැක.

ඉතා වැඩිපුර අවකාශයක් ඇත්තේ මූලාංක දෝෂයක් නොමැතිව සහ හරියට ම කුරේ කෙළවර කැලිපරයේ බඳේ කෙළවර හා එක එල්ලේ වන්නට කැලිපරය සෑදීමය. නමුත් යම් කාලයක් භාවිත කළ පසු බාහිර හනු එකිනෙකට අනවශ්‍ය බලයකින් තද වීමකින් ඇතිවන ගෙවීයාමකින් හෝ හනු මළකඩ කෑමකින් හෝ (දැන් නම් හොඳ ව' නියර් කැලිපර සාදන්නේ මළ නොකන වානේ වලිනි) වෙන යම් හේතුවක් නිසා බාහිර හනු එකිනෙකට ස්පර්ශ වනවිට ප්‍රධාන පරිමාණයේ සහ ව' නියර් පරිමාණයේ බිංදු එක එල්ලේ නොතිබෙන්නට පුළුවන. එවිට ගැඹුර මනින කුර මඳක් කැලිපරයේ පසු පස බඳෙන් ඇතුළට හෝ එළියට ඇවිත් තිබීම වැළැක්විය නොහැක. උදාහරණයක් වශයෙන් ප්‍රශ්නයේ දී ඇති කැලිපරය ප්‍රථමයෙන් හරි ප්‍රමිතියට සාදා තිබුණේ නම් බාහිර හනු එකට ස්පර්ශවන විට කුර කැලිපරයේ පස්ස පැත්තෙන් 0.02 cm ක ප්‍රමාණයක් එළියට නෙරා තිබෙනු ඇත. එසේ වූ විට කුරෙන් යම් මිනුමක් ලබා ගන්නාවිට එම පාඨාංකයෙන් මූලාංක දෝෂය අඩු කිරීම වැරදිය. උදාහරණයක් වශයෙන් 0.02 cm ක ගැඹුරක් මේ කැලිපරයෙන් මැන්නොත් කුර දැනටමත් එළියට පැන ඇති නිසා ලැබෙන පාඨාංකය ද 0.02 cm ම වේ. එය මූලාංක දෝෂයට සමානය. මෙයින් මූලාංක දෝෂය අඩු කළොත් ලැබෙන්නේ ශුන්‍යය ය. එමනිසා භාජනයේ ගැඹුර සඳහා වන මිනුම මූලාංක දෝෂය ඇතුවත් නැතුවත් බාරගන්නා ලදී. ඉතින් මේ දෙකෙන් නිවැරදි දෙය කුමක්දැයි ඔබ මගෙන් අසනු ඇත. මගේ පිළිතුර නම් මේ දෙකෙන් ඉතා නිවැරදි ක්‍රමය දෙවැන්න බවයි.

ප්‍රායෝගිකව මූලාංක දෝෂයක් ඇති වීම කැලිපරය භාවිතා කරන විට පසු කළකදී ගොඩ නැගෙන දෙයක් බව මගේ තීරණයයි. ගෙවීයාමක් සිදුවුවහොත් බාහිර හනු එකිනෙකට ස්පර්ශ වනවිට ව' නියර් පරිමාණයේ බිංදුව ප්‍රධාන පරිමාණයේ බිංදුවට වම් පසින්ද හනු මළකඩ කෑමකින් ව' නියර් පරිමාණයේ බිංදුව ප්‍රධාන පරිමාණයේ බිංදුවට දකුණු පසින්ද පිහිටයි. සමහර ගුරු භවතුන් ප්‍රකාශ කරන්නේ ගැඹුර මනින කුරෙන් පාඨාංකයක් ගැනීමට පෙර සමතල (වීදුරු) පෘෂ්ඨයක් මත කැලිපරය උඩුබැලි අතට සිටුවා කුරේ තුඩ සමතල පෘෂ්ඨය කරා රැගෙන එන බවයි. නමුත් මේ ප්‍රශ්නයේ මෙන් බාහිර හනු එකට තද වන විට කුර ටිකක් එළියට පැන ඇති නම් කුර කැලිපරයේ බඳේ කෙළවර ළඟට ගෙන එන්නේ කෙසේ ද? කුර මීට වඩා ඇතුලට යා නොහැක. චලනය කළ හැකි බාහිර හනුව, අභ්‍යන්තර හනුව හා කුර චලනය වන්නේ එක් පද්ධතියක් ලෙසය. මේවා එකිනෙකට සාපේක්ෂව චලනය කළ නොහැක.

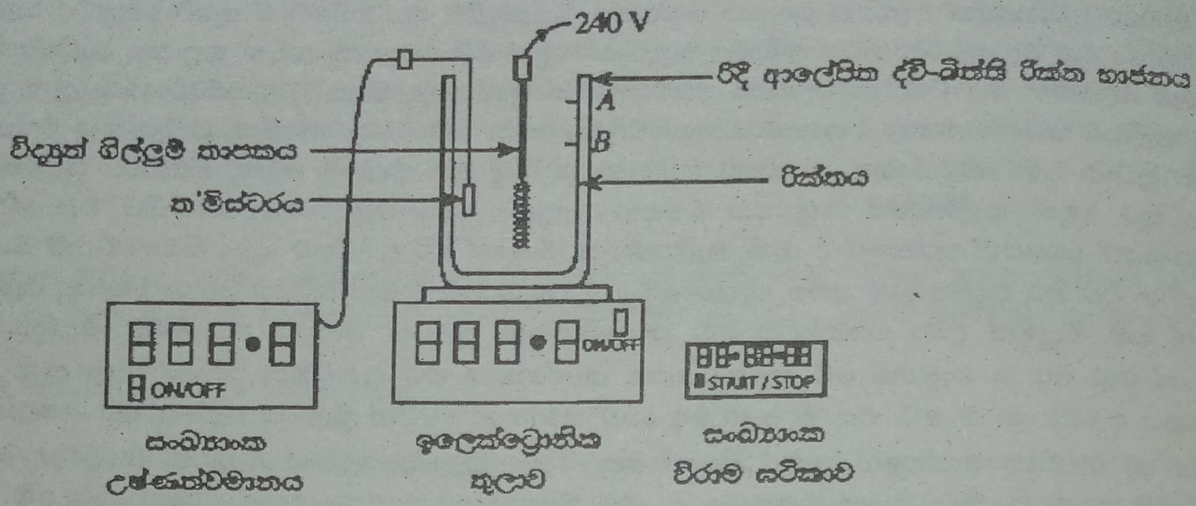
බාහිර හනු එකිනෙකට ස්පර්ශ වන විට කුර ටිකක් ඇතුළට ගොස් තිබුණේ නම් ඉහත ක්‍රමය අනුගමනය කර තිබීම හොඳය. පාසැල්වල ඇති ව' නියර් කැලිපර බොහොමයක බාහිර හනු එකිනෙකට ස්පර්ශ වනවිට ව' නියර් පරිමාණයේ බිංදුව ප්‍රධාන පරිමාණයේ බිංදුවට වම් පසින් පිහිටා ඇතැයි කියා මට සිතේ. ඒ තරමටම පාවිච්චි කරනවනෙ!! එවිට බාහිර හනු එකිනෙකට ස්පර්ශ වන විට කුර ටිකක් ඇතුළට ගොස් ඇත. සමතල පෘෂ්ඨය තල වීදුරු පෘෂ්ඨයක්/තල දර්පණයක් නම් වඩා හොඳය. එවිට කුරේ ප්‍රතිබිම්බය දෙස බලමින් ඉතා නිවැරදි ව කුරේ තුඩ තල පෘෂ්ඨය කරා ගෙන ආ හැක. එවිට ලැබෙන පාඨාංකය කියවා සටහන් කර ගෙන එතැනින් එහාට නිවැරදි ව ගැඹුරක් මැනිය හැක. නමුත් ප්‍රශ්නයේ දී ඇති ව' නියර් කැලිපරයේ මෙසේ කළ නොහැක. එමනිසා ගැඹුර සඳහා ලැබෙන පාඨාංකයෙන් මූලාංක දෝෂය අඩු නොකිරීම (බාල වර්ගයේ කැලිපරයක් නොවේ නම්) නිරවද්‍ය ක්‍රමය ලෙසට බාර ගත යුතුය.

(e) (i) ක්‍රම තුනකට V සඳහා ප්‍රකාශන ලියා ඇත. පහසුම ක්‍රමය වන්නේ පළමු වැන්නය. භාජනයේ බාහිර පරිමාවෙන් අභ්‍යන්තර පරිමාව අඩු කිරීම ය ($\pi r^2 h$). බොහෝ දරුවන් භාවිත කොට තිබුණේ මේ ක්‍රමයයි. නමුත් මෙවැනි ප්‍රකාශනයක් ලියාගන්නට බැරි ළමයින් අප අතර කොතෙකුත් සිටී. දෙවන හා තෙවන අවස්ථාවල දී පාට කොට ඇති කොටස්වල ද්‍රව්‍යයන්ගේ පරිමාව වෙන වෙනම සොයා එකතු කොට ඇත. x_1 හා x_2 විෂ්කම්භ නිසා දෙකෙන් බෙදීමට අමතක නොකළ යුතුය.

(ii) දැන් ඉතිං තියෙන්නේ ආදේශ කොට සුළු කිරීම ය. $\pi = 3$ ලෙස ගත්තේ නම් සුළු කිරීම පහසුය. ගැඹුර සඳහා කියවීමෙන් මූලාංක දෝෂය අඩු නොකළේ නම් (නිරවද්‍ය මිනුම) සුළු කිරීම අපහසුය.

(f) අංක ගණිතයය. ගැඹුර සඳහා කියවීමෙන් මූලාංක දෝෂය අඩු නොකළේ නම් එයින් ලැබෙන V ආදේශ කළවිට d සඳහා හරියටම **2000 kg m^{-3}** නොලැබේ.

2. විද්‍යුත් ක්‍රමයක් භාවිත කර ජලයෙහි වාෂ්පීකරණයේ විශිෂ්ට ගුප්ත තාපය සෙවීම සඳහා පරීක්ෂණයක් සැලසුම් කර සිදු කළ යුතුව ඇත. මෙම කාර්යය සඳහා භාවිත කළ යුතු, නම් කරන ලද අයිතමයන් සහිත පරීක්ෂණාත්මක සැකැස්ම (1) රූපයේ පෙන්වා ඇත.



(1) රූපය

පරීක්ෂණාත්මක ක්‍රියා පිළිවෙළ:

(1) ඉලෙක්ට්‍රොනික තුලාව මත තබා ඇති රිදී ආලේපිත ද්වි-බිත්ති රික්ත භාජනයට ප්‍රමාණවත් තරම් ජලය එකතු කරන්න.

(2) විද්‍යුත් ගිල්ලුම් තාපකයේ ස්විච්චිය දමන්න.

(3) තාපාංකයේ දී ජලය හොඳින් නැටීමට පටන් ගත් පසු කිසියම් මොහොතක දී (කාලය $t = 0$ දී යැයි කියමු) සංඛ්‍යාංක විරාම ඝටිකාව ක්‍රියාත්මක කර, එම මොහොතේ දී ම ඉලෙක්ට්‍රොනික තුලාවෙහි කියවීම ද (M_0 යැයි කියමු) සටහන් කර ගන්න.

(4) සුදුසු t කාලයකට පසුව නැවතත් තුලාවෙහි පාඨාංකය සටහන් කරගන්න (M_1 යැයි කියමු).

(5) M_1 සඳහා පාඨාංක කිහිපයක් අවශ්‍ය නම්, පරීක්ෂණය නොනවත්වා දිගටම සිදු කර කාලය $2t, 3t, 4t$ සහ $5t$ හි දී තුලාවේ අනුයාත පාඨාංක සටහන් කර ගන්න.

(a) ඉහත ක්‍රියා පිළිවෙළට අනුව පරීක්ෂණය සිදු කිරීමේ දී, රූපයේ සලකුණු කර ඇති A හෝ B අතුරෙන් කුමන මට්ටම දක්වා ජලය පිරවිය යුතු දැයි යෝජනා කරන්න. ඔබේ තේරීමට හේතු **දෙකක්** දෙන්න. ජලය නටන විට භාජනයෙන් ඉවතට නොවැටෙන බව උපකල්පනය කරන්න.

මට්ටම : A

හේතු : (1) බඳුනේ අභ්‍යන්තර බිත්තියේ ජල වාෂ්ප ඝනීභවනය වීම අවම කර ගැනීම <u>හෝ</u>

බඳුනේ වාතයට නිරාවරණ වර්ගඵලය අඩුකර ගැනීම

(2) පරීක්ෂණය සිදුකරන කාලය පුරාම ගිල්ලුම් තාපකය සම්පූර්ණයෙන්ම ජලය තුළ ගිලී පැවතීම සහතික කර ගැනීමට

(3) වාෂ්ප ස්කන්ධ මිනුමේ නිරවද්‍යතාව වැඩිකර ගැනීමට

(4) වඩා වැඩි කාලයක් ඔස්සේ පාඨාංක ලබා ගැනීමට හැකිවීම

ඉහත හේතු අතුරින් දෙකක් ලිවිය යුතුය

(*b*) රිදී ආලේපිත ද්වි-බිත්ති රික්ත භාජනය තාප හානිය අඩු කරන්නේ කෙසේ ද?

විකිරණය, සංවහනය, සන්නයනය මගින් සිදුවන තාප හානිය අඩුකිරීම

(විකිරණය සහ යටත්පිරිසෙයින් ඉහත එක් තාප හානියක් සඳහන් කළ යුතුය)

(*c*) උෂ්ණත්වය මැන ගැනීම සඳහා භාවිත කරන්නේ ත'මිස්ටරයේ කුමන ගුණය දැයි දක්වා, උෂ්ණත්වය සමග එම ගුණය වෙනස් වන්නේ කෙසේ දැයි සඳහන් කරන්න.

ගුණය : ප්‍රතිරෝධය හෝ ප්‍රතිරෝධකතාව ; එය උෂ්ණත්වය සමග අඩුවේ <u>හෝ</u>

ගුණය : (විද්‍යුත්) සන්නායකතාව ; එය උෂ්ණත්වය සමග වැඩිවේ <u>හෝ</u>

ගුණය : ප්‍රතිරෝධය හෝ ප්‍රතිරෝධකතාව ; ඍණ උෂ්ණත්ව සංගුණකය

(ගුණය සහ උෂ්ණත්වය සමග ගුණය වෙනස් වන ආකාරය යන දෙකම ලිවිය යුතුය)

(*d*) විද්‍යුත් තාපකයේ ජවය වොට්වලින් P නම් ද ජලය නටා හුමාලය ලෙස ඉවත්වීමට ගත වූ කාලය t නම් ද ජලයේ වාෂ්පීකරණයේ විශිෂ්ට ගුප්ත තාපය L සඳහා ප්‍රකාශනයක් P, t සහ ඉහත පරීක්ෂණාත්මක ක්‍රියා පිළිවෙළ යටතේ මනින ලද M_0 සහ M_1 රාශීන් ඇසුරෙන් ලියා දක්වන්න.

$$L = \frac{Pt}{(M_0 - M_1)}$$

(*e*) (i) ඉලෙක්ට්‍රොනික තුලාවේ අවම මිනුම ග්‍රෑම් 0.1 නම්, මනින ලද, නටා හුමාලය ලෙස ඉවත් වූ ජල ස්කන්ධයේ භාගික දෝෂය $\frac{1}{100}$ වීම සහතික කරනු වස්, නටවා ඉවත් කළ යුතු ජලයේ අවම ස්කන්ධය කුමක් විය යුතු ද?

$$\frac{0.1}{(M_0 - M_1)} = \frac{1}{100} \quad \therefore (M_0 - M_1)\text{හි අවම ස්කන්ධය} = 10 \text{ g (ග්‍රෑම්)}$$

(පිළිතුර kgවලින් ප්‍රකාශ කර ඇත්නම් ඒකකය සඳහන් කළ යුතුය)

(ii) $P = 500$ Wනම්, ඉහත (*e*) (i) හි දී ඇති අවශ්‍යතාවය සපුරාලීම සඳහා නටවා ජලය ඉවත් කළ යුතු කාලය t සඳහා අවම අගය ගණනය කරන්න. (මෙම ගණනය සඳහා L හි අගය 2.3×10^6 J kg^{-1} ලෙස ගන්න.)

$$t = \frac{(M_0 - M_1)_{min} L}{P} \Rightarrow t = \frac{10 \times 10^{-3} \times 2.3 \times 10^6}{500} \Rightarrow t = 46 \text{ s}$$

(*f*) පරීක්ෂණාත්මක ක්‍රියා පිළිවෙළ අංක (5) යටතේ ගන්නා ලද දත්ත භාවිත කර, කාලය t (**මිනිත්තු**) සමග වාෂ්පීකරණය වූ ජලයේ ස්කන්ධය m (**ග්‍රෑම්**) හි ප්‍රස්තාරයක් අඳින ලද අතර, ප්‍රස්තාරයේ ලක්ෂ්‍ය දෙකකට අනුරූප ඛණ්ඩාංක (2, 26) සහ (8, 106) විය. L හි අගය නිර්ණය කරන්න.

$$m = (M_0 - M_1) = \frac{P}{L} t \; ; \; \text{අනුක්‍රමණය} = \frac{(106-26) \times 10^{-3}}{(8-2) \times 60} \text{ හෝ අනුක්‍රමණය} = \frac{(106-26)}{(8-2)}$$

$$\therefore \frac{P}{L} = \frac{80 \times 10^{-3}}{6 \times 60} \Rightarrow L = \frac{500 \times 6 \times 60}{80 \times 10^{-3}} \Rightarrow L = 2.25 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$$

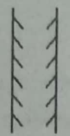
ජලයේ වාෂ්පීකරණ විශිෂ්ට ගුප්ත තාපය සෙවීම සඳහා මෙය පහසු ක්‍රමයක් බව මගේ හැඟීමයි. පාසලේ මෙම ක්‍රමය යොදා ගත හැක. බොයිලේරු හෝ හුමාල හබක අවශ්‍ය නැත.

(*a*) මට්ටම *A* ලෙස සඳහන් කොට තිබුණත් නිවැරදි හේතු <u>දෙකක්</u> සඳහන් කිරීමට අපොහොසත් විය.

මෙම පරීක්ෂණයේ දී ඉවත්වන ජල වාෂ්ප ඉවතට යෑමට සැලැස්විය යුතුය. කාලය සමඟ භාජනයේ ඉතිරි වී ඇති ජලයේ ස්කන්ධය (භාජනය සමඟ) මනිනු ලැබේ. එයින් ඉවත්වන හුමාලයේ ස්කන්ධය නිර්ණය කළ හැක. පිටවන ජල වාෂ්ප භාජනයේ ඇතුළත බිත්තියේ ඝනීභවනය වූවොත් වැඩි කොට උඩ යයි. එවිට මනින ලද ස්කන්ධ නිරවද්‍ය නොවේ. ඝනීභවනය වන ජල වාෂ්ප අඩු කර ගැනීමට නම් ජලයට ඉහළින් භාජනයේ ඇතුළත ඇති වර්ගඵලය අඩු කර ගත යුතුය. එවිට ජල වාෂ්ප ඝනීභවනයට ඇති ඉඩ කඩ ඇහිරෙයි. (3) හේතුව ද මෙයටම

අදාළය. හැබැයි සනීභවනය වීම අවම කර ගන්න කියා ජලය භාජනයේ කට ගාවටම පිරවිය නොහැක. එවිට ජලය නටන විට භාජනයෙන් ජලය ඉවතට වැටේ. මෙසේ නොවන බව ප්‍රශ්නයේ සඳහන් කොට ඇත. අනෙක් හේතුව නම් කිසිවිටෙක ගිල්ලුම් තාපකය ජල පෘෂ්ඨයෙන් ඉවතට නො ආ යුතුය. සැම විට ම ජලය තුළ ගිලී තිබිය යුතුය. නැතිනම් තාපකයේ දඟරය පිළිස්සී යා හැක.

(b) මෙම පරීක්ෂණයේදී තාප හානිය හැකිතරම්න් අඩු කර ගත යුතුය. ගිල්ලුම් තාපකයෙන් ලබා දෙන තාපය සම්පූර්ණයෙන්ම ජලය වාෂ්පීකරණය කිරීම සඳහා වැය වන බව සාක්ෂාත් කර ගැනීමට නම් තාප හානිය පුළුවන් තරම් අවම කර ගත යුතුය. රිදී ආලේපිත ද්වි - බිත්ති රික්ත භාජනයක් යොදාගෙන ඇත්තේ මේ නිසාය. මෙවැනි භාජනයක් ගැන සඳහන් කරන විට ඔබට ත'මොස් ප්ලාස්කුවක් (උණු වතුර බෝතලයක්) මතක් විය යුතුය. බිත්ති දෙක අතර රික්තකයක් ඇති නිසා සංවහනයෙන් හා සන්නයනයෙන් වන තාප හානිය අවම වේ. භාජනයේ පතුලේ ද මෙම ද්වි - බිත්ති රික්තකය නිසා පිටතින් ඇති බිත්තියට ලැබෙන තාපය ඉතා අවමය. එවිට තුළාව මත ස්පර්ශ වී ඇති බිත්තිය හරහා සන්නයනයෙන් වන තාප හානිය ද අවම වේ. රිදී ආලේප කොට ඇති නිසා



විකිරණයෙන් වන තාප හානිය ද අවම වේ. මෙවැනි භාජනවල රිදී ආලේප කොට ඇත්තේ ඇතුළු බිත්තියේ පිට පැත්තේ හා පිටත බිත්තියේ ඇතුළු පැත්තේය. එවිට ඇතුළු බිත්තියෙන් පිටට විකිරණය වන තාපය අඩුය. පිටවන ටිකත් නැවත පරාවර්තනය වේ. කොහොමටත් බිත්ති අතර ඇත්තේ රික්තකයක් නිසා සංවහන ධාරා ඇතිවිය නොහැක.

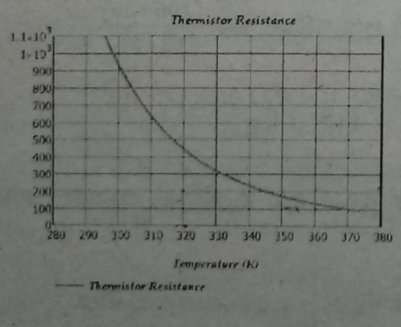
පරීක්ෂණාගාරයේ දී මෙම පරීක්ෂණය තාප හානිය අවම කරන ලද සුපුරුදු සැලැස්මක් සහිත බඳුනක් භාවිතා කොට ද කළ හැක. මේ ප්‍රශ්නයේ රිදී ආලේපිත ද්වි - බිත්ති රික්ත භාජනයක් යොදාගෙන ඇත්තේ වඩාත්ම හොඳට තාප හානිය අඩුකරන්නටය.

(c) ත'මිස්ටරයක ඇත්තේ අර්ධ සන්නායකයකි. සාමාන්‍ය සන්නායකයක උෂ්ණත්වය සමඟ ප්‍රතිරෝධය / ප්‍රතිරෝධකතාව වැඩිවේ. සන්නායකයක කොහොමටත් නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇත. උෂ්ණත්වය ඉහළ දමන විට සන්නායකයේ ඇති අයනවල කම්පන විස්තාරය වැඩිවේ. මේ හේතුව නිසා චලනයවන ඉලෙක්ට්‍රෝන, අයන සමඟ සිදුවන ඝට්ටන වැඩි වීමෙන් ප්ලවනය *(drift)* වන ඉලෙක්ට්‍රෝනවල ගමන බාල කරයි. මේ හේතුව නිසා උෂ්ණත්වය වැඩි වීමත් සමඟ සන්නායකයක විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධය වැඩි වේ.

නමුත් අර්ධ සන්නායකයක උෂ්ණත්වය වැඩිවීමත් සමඟ පරමාණු හා බැඳී ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන හෙල්ලී ගැලවී යා හැකි නිසා සන්නායකතාවට උර දෙන ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණය වැඩි වේ. සන්නායකයක නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඇති නිසා අමුතුවෙන් ගැලවෙන්නට දෙයක් නැත. එමනිසා උෂ්ණත්වය වැඩි වීමත් සමඟ සන්නයනයට දායක වන ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණය වැඩි වන්නේ නැත. එබැවින් උෂ්ණත්වය වැඩිවීමත් සමඟ සිදු වන එකම සාධකය වන්නේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්ලවිත වන මාධ්‍යය වැඩි වැඩියෙන් කම්පනය වීමයි.

උෂ්ණත්වය වැඩි වීමත් සමඟ අර්ධ සන්නායකයක ද ඉහත සඳහන් කළ අයනවල කම්පන විස්තාර වැඩි වුවත් ඉලෙක්ට්‍රෝන ගැලවී තව තවත් එකතු වන නිසා මෙහිදී ප්‍රධාන වශයෙන් බලපාන සාධකය මෙය බවට පත් වේ. තව තවත් සේනාව එකතු වන නිසා බාධා තිබුණත් ඒවා ජය ගෙන ඉදිරියට යයි.

උෂ්ණත්වය වැඩි වීම සමඟ ප්‍රතිරෝධය අඩුවන ත'මිස්ටර *NTC (Negative Temperature Coefficient* - සෘණ උෂ්ණත්ව සංගුණකය) ත'මිස්ටර් කියා හඳුන්වනු ලැබේ. මෙවැනි ත'මිස්ටරයක ප්‍රතිරෝධය, උෂ්ණත්වය සමඟ විචලනය වන ලාක්ෂණික වක්‍රයක් රූපයේ පෙන්වා ඇත.



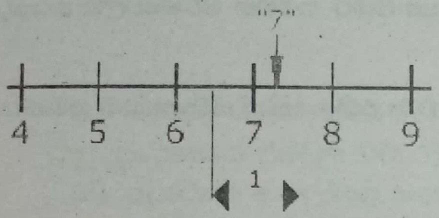
27 °C (300 K) දී ප්‍රතිරෝධය 900 Ω පමණ වේ. 100 °C (373 K) දී ප්‍රතිරෝධය 100 Ω ට පමණ අඩු වේ. ත'මිස්ටරයක ප්‍රධාන වාසිය වන්නේ මෙම ගුණයය. එනම් උෂ්ණත්වය සමඟ ප්‍රතිරෝධය සැලකිය යුතු ප්‍රමාණයකින් වෙනස් වීමයි. එනම් ත'මිස්ටරයක සංවේදීතාව වැඩිය. තවත් වාසියක් වන්නේ ත'මිස්ටරයක ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා mV පරාසයේ පැවතීමයි. තාප - විද්‍යුත් යුග්මයක ප්‍රතිදාන μV ගණයේ පවතී. ත'මිස්ටරයක භාවිතය පහසු වන අතර ම මිලත් පහළය.

යම් උෂ්ණත්වයක දී , උෂ්ණත්වය සමඟ ප්‍රතිරෝධය ඉහළ යන *PTC (Positive Temperature Coefficient* - ධන උෂ්ණත්ව සංගුණකය) ත'මිස්ටර ඇත. මෙම වර්ගයේ ත'මිස්ටර ලකුණු දීමේ පටිපාටියේ සඳහන් කිරීම පිළිබඳ විවාදයක් ඇත. නමුත් පරීක්ෂණාගාර (පාසල්) වල මනින උෂ්ණත්ව පරාස තුළ වැඩි වශයෙන් භාවිතා වන්නේ *NTC* වර්ගයේ ත'මිස්ටරය. විෂය නිර්දේශයේ ද සලකා ඇත්තේ මේ වර්ගයේ ත'මිස්ටර පමණි. ඇරත් යම් ශිෂ්‍යයෙක් උෂ්ණත්වය සමඟ ප්‍රතිරෝධය වැඩිවන ත'මිස්ටර ගැන සඳහන් කළොත් ඇත්තටම මේ පිළිබඳව

හරියට දැනගෙන ප්‍රකාශ කරනවාද කියා දැනගැනීම අසීරු ය. මන්දයත් සන්නායකයක ද උෂ්ණත්වය වැඩි වීම සමඟ ප්‍රතිරෝධය ද වැඩිවන බැවිනි.

(d) මෙයින් පසු සියලු කොටස් ප්‍රකාශන හා ගණිතයය. තාප හානියක් නොවන නිසා ගිල්ලුම් තාපකයෙන් ලබා දෙන තාප ශක්තිය වැය වන්නේ ජලය වාෂ්පීකරණය කරන්නටය. එනම්, වාෂ්පීකරණයේ ගුප්ත තාපය ලබා දෙන්නේ ගිල්ලුම් තාපකයෙනි. විද්‍යුත් තාපකයේ ක්ෂමතාව P නම්, t කාලයක දී උත්පාදනය කරන තාප ශක්තිය Pt වේ. මෙය $(M_0-M_1)L$ ට සමාන විය යුතුය. (M_0-M_1) යනු වාෂ්පීකරණය වූ ජලයේ ස්කන්ධයයි. සමහර දරුවෝ සුපුරුදු විදියට L උක්ත කොට නොතිබුහ.

(e) (i) මෙය මිනුම් හා සම්බන්ධ ප්‍රශ්නයකි. අවම මිනුම, අදාළ ස්කන්ධයෙන් බෙදූ විට භාගික දෝෂය ලැබේ. උත්තරය **kg** වලින් ප්‍රකාශ කරන්නේ නම් අනිවාර්යයෙන් ම ඒකකය ලිවිය යුතුය. මොනවා උනත් සැමවිටම අවසාන උත්තරයේ ඒකකයක් ඇත්තේ නම් එය ලියන්න.



මිනුමක දෝෂය කුඩාම මිනුමද ? නැතිනම් එයින් හරිඅඩක්ද? **mm** පරිමාණ සලකුණු ඇති මීටර කෝදුවකින් යම් දිගක් මනින්නේ යැයි සිතන්න. එම දිග සලකුණු වන තැන රූපයේ පෙන්වා ඇත. **mm** පරිමාණ දෙකක් අතර පරතරය පහසුව තකා විශාල කොට පෙන්වා ඇත. මෙම මිනුමේ අගය කුමක්ද? පරිමාණය බෙදා ඇත්තේ **mm** වලින්ය. **mm** එකට වඩා කුඩා අගයයන්ගෙන් ක්‍රමාංකනය කොට නැත. එමනිසා අපට හිතෙන පරිදි අතරමැද අගයයන් කියවීමට යෑම වැරදිය. මිනුම වඩාත් ම ලංව ඇත්තේ **7 mm** ටය. එමනිසා නිවැරදි කියවීම එයය. අප හිතෙන් හිතා බලා කියවීම **7.25 mm** වගේ යැයි නිශ්චය කිරීම නිවැරදි නොවේ.

එබැවින් මෙවන් කියවීමක තර්කය ගොඩනැගෙන්නේ මෙසේය. මිනුම **7 mm** සිට **7 mm** හා **8 mm** අතර හරි මැද්දට වෙනකම් තිබුණේ නම් කියවීම 7 mm ය. ඒ වගේම මිනුම **6 mm** හා **7 mm** අතර හරි මැද සිට **7 mm** වෙනකම් තිබුණේ නම් ඒත් කියවීම **7 mm** ය. එමනිසා මෙම කියවන ලද පාඨාංකය දෝෂය සමඟ ලියා දක්වන්නේ (7.0 ± 0.5) mm ලෙස ය. නැතිව (7 ± 1) mm ලෙස නොවේ. එනම් දිගෙහි මිනුම **6.5 mm** සිට **7.5 mm** දක්වා අගය පරාසයක පිහිටිය හැක. ඇත්තටම මේ තුළ **(6.5 mm - 7.5 mm)** කුඩාම මිනුම වන **1 mm** ඇත. (7 ± 1) **mm** ලෙස ලිව්වොත් මිනුම **6 mm** සිට **8 mm** දක්වා විශාල පරාසයක පිහිටයි. මෙය දෝෂය අනවශ්‍ය ලෙස විශාල කිරීමකි. කිසිවිටක කිසිම දෝෂයක් (අපේ දෝෂද ඇතුළුව) අනවශ්‍ය ලෙස විශාල කිරීම හෝ අනවශ්‍ය ලෙස කුඩා කිරීම නොකළ යුතුය.

එමනිසා යම් පරිමාණයකින් මිනුමක් ලබාගත්විට එම මිනුමේ දෝෂය හෙවත් පරිමාණ කියවීමේ දෝෂය ලෙස සම්මත වශයෙන් සලකන්නේ උපකරණයේ කුඩාම මිනුමෙන් හරි අඩකි. ව'නියර් කැලිපරයක් වැනි උපකරණයකින් ලබාගන්නා මිනුමකටද මෙය සත්‍යය. ව'නියර් පරිමාණයේ කොටසක් ප්‍රධාන පරිමාණයේ යම් කොටසක් හා එකම රේඛාවේ පිහිටන අවස්ථාව සලකන නිසා දෝෂයක් එන්නේ කොහෙන්දැයි සමහර ගුරු භවතුන් විසින් විමසන ලදී. එකම රේඛාවේ පිහිටන අවස්ථාව ලබා ගත්තත් එයත් යම්තරමක අනුමානයකි. හරියටම එකම රේඛාවේ පිහිටනවා කියා කියන්නේ කෙසේද? ඇසෙන් බැලුවත් විශාලක කාචයක් තුළින් බැලුවත් එකම රේඛාවේ පිහිටනවා කියා කියන එකෙත් යම් අවිනිශ්චිතතාවක් ඇත. එමනිසා දෝෂය ශුන්‍යය ලෙස සැලකීම වැරදිය. එබැවින් ව' නියර් කැලිපරයේ කුඩාම මිනුම **0.1 mm** නම් දෝෂය **0.05 mm** කි.

නමුත් M_0-M_1 හි අවමය සොයනවිට ඉලෙක්ට්‍රොනික තුලාවේ අවම මිනුම 0.1 ග්‍රෑම් ගන්නේ ඇයි? මෙවගේ අවමයක් සොයනවිට කුඩාම මිනුමෙන් හරි අඩක් ගන්නවාට වඩා කුඩාම මිනුම ගැනීම සාධාරණය. ඇයි සොයන්නෙ අවමයක්නෙ. පුළුවන් තරම් හොඳ අගයක් M_0-M_1 ට ලබාගන්න එපායැ. එබැවින් මෙවගේ අවමයක් සොයනවිට නැත්නම් භාගික දෝෂයක් හෝ ප්‍රතිශත දෝෂයක් ගන්නා විට දෝෂය ලෙස කුඩාම මිනුම සැලකීම සාධාරණය.

මෙහිදී පුංචි ප්‍රශ්නයකුත් ඇත. අප මනින්නේ M_0 හා M_1 ය නැතුව M_0-M_1 නොවේ. එබැවින් M_0-M_1 හි සත්‍ය දෝෂය ග්‍රෑම් 0.1 නොවේ.

$$m = M_0 - M_1 \;; \qquad (\delta m)^2 = (\delta M_0)^2 + (\delta M_1)^2 \;; \qquad \delta M_0 = 0.1\,\mathrm{g}, \;\; \delta M_1 = 0.1\,\mathrm{g}$$

$\therefore \frac{\delta m}{m} = \frac{1}{100}$; $\delta m = 0.14\ g$ නමුත් ඉහත සඳහන් දෝෂ ප්‍රගමන සූත්‍ර උ.පෙ. විෂය නිර්දේශයේ නැත. එමනිසා පරීක්ෂකවරුන් මෙය නොසලකා ඇත.

(ii) ඉහත *(d)* හි ලබා ගත් ප්‍රකාශනයට ආදේශ කිරීම පමණය කළ යුතුව ඇත්තේ.

(f) $m = M_0 - M_1 = \left(\frac{P}{L}\right) t$ ප්‍රකාශනයට අනුව t ඉදිරියෙන් m ප්‍රස්තාර ගත කළවිට සරල රේඛාවක් ලැබිය යුතු අතර එහි අනුක්‍රමණය $\frac{P}{L}$ ට සමාන වේ. ප්‍රස්තාරයේ ලක්ෂ්‍ය දෙකකට අනුරූප බණ්ඩාංක දී ඇති නිසා අනුක්‍රමණය පට ගාලා සෙවිය හැක. L, J kg^{-1} වලින් ප්‍රකාශ කරන නිසා L සෙවීමේ දී g, kg කරන්නත් මිනිත්තු, තත්පර කරන්නත් අමතක නොකළ යුතුය. නැත්නම් ලැබෙන්නේ අනුක්‍රමණය සඳහා වන ලකුණ පමණි. P , W වලින් දී ඇති නිසා අනිවාර්යයෙන් ම මිනිත්තු, තත්පර කළ යුතුය. ග්‍රෑම්, කිලෝග්‍රෑම් නොකොළොත් නම් L ලැබෙන්නේ , J g^{-1} වලිනි.

3 වීදුරු ප්‍රිස්මයක් භාවිත කර වීදුරුවල වර්තන අංකය n නිර්ණය කිරීම සඳහා ඔබට සම්මත වර්ණාවලිමානයක්, වීදුරු ප්‍රිස්මයක් සහ සෝඩියම් ආලෝක ප්‍රභවයක් දී ඇත.

(a) වර්ණාවලිමානයෙහි ප්‍රිස්ම මේසයේ කේන්ද්‍රය හරහා වන සිරස් අක්ෂය වටා එකිනෙකින් ස්වායත්තව භ්‍රමණය කළ හැකි ප්‍රධාන සංරචක දෙක ලියා දක්වන්න.

(i) දුරේක්ෂය (ii) ප්‍රිස්ම මේසය

(b) වර්ණාවලිමානය භාවිතයෙන් මිනුම් ගැනීම ආරම්භ කිරීමට පෙර, පහත සඳහන් අයිතම සඳහා ඔබ විසින් කළ යුතු සීරුමාරු කිරීම්වල ප්‍රධාන පියවර ලියා දක්වන්න.

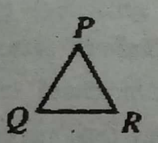
(i) උපනෙත : හරස් කම්බි පැහැදිලිව නිරීක්ෂණය වන තෙක් (උපනෙත) සීරු මාරු කිරීම (සකස් කිරීම)

(ඉදිරියට / පිටුපසට ගමන් කරවීම)

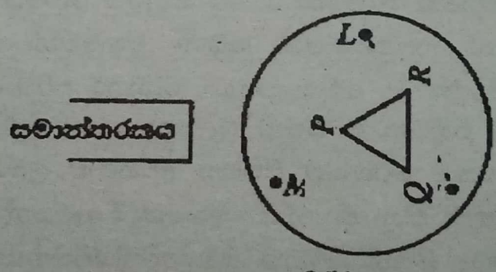
(ii) දුරේක්ෂය : ඈතින් පිහිටි වස්තුවක පැහැදිලි ප්‍රතිබිම්බයක් හරස් කම්බි මත ලබා ගැනීමට (දුරේක්ෂය) සීරුමාරු කිරීම

(iii) සමාන්තරකය : දුරේක්ෂය සමාන්තරකය සමග ඒක රේඛීයව තබා දුරේක්ෂය තුලින් (හෝ හරස් කම්බි දෙස) බලමින් දික් සිදුරේ තියුණු පැහැදිලි ප්‍රතිබිම්බයක් හරස් කම්බි මත ලැබෙන පරිදි සමාන්තරකය සකස් කිරීම

(c) ප්‍රිස්ම මේසය මට්ටම් කිරීම සඳහා 2(a) රූපයේ පෙන්වා ඇති *PQR* ප්‍රිස්මය භාවිත කිරීමට ඔබට සියා ඇත.



2(a) රූපය



2(b) රූපය

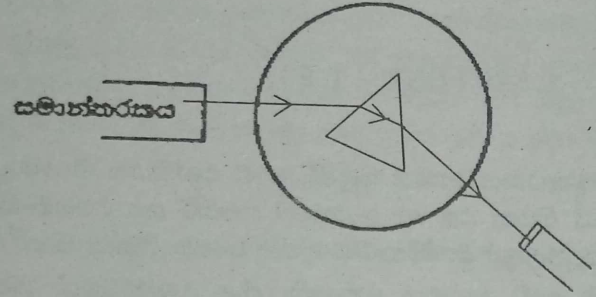
ප්‍රිස්ම මේසය මට්ටම් කර ගැනීම සඳහා *PQR* ප්‍රිස්මය ඔබ විසින් ප්‍රිස්ම මේසය මත තැබිය යුතු ආකාරය 2(b) රූපය මත අඳින්න. 2(b) රූපයේ *L, M, N* මගින් මේසයේ ඇති සංතලන ස්කුරුප්පු වල පිහිටුම් දැක්වේ.

1. ප්‍රිස්ම මේසය මත *PQR* ප්‍රිස්මය ඇඳිය යුත්තේ *PR* (*PQ* හෝ *QR*) පාදය *LN* (තිත් රේඛාවට) ලම්බක වන පරිදිය

2. *P* ශීර්ෂය (*Q* හෝ *R*) ප්‍රිස්ම මේසයේ කේන්ද්‍රයට ආසන්නව සමාන්තරකය දෙසට වන්නට තිබිය යුතුය. සමාන්තරකයෙන් නිකුත් වන ආලෝකය *P* (*Q* හෝ *R*) ශීර්ෂය සාදන පැති දෙක මත වැටෙන ආකාරයේ විය යුතුය.

(*d*) ප්‍රිස්මය තුලින් ආලෝක කිරණයක අවම අපගමන කෝණය නිර්ණය කිරීම සඳහා මිනුම් දෙකක් ලබා ගැනීමට අවශ්‍ය වේ.

(i) ප්‍රිස්ම මේසය මත ප්‍රිස්මය තබා අවම අපගමන අවස්ථාව ලබා ගැනීමට වර්ණාවලීමානය සීරුමාරු කළ පසු, ප්‍රිස්මය හරහා කිරණය අපගමනය වීම පෙන්වීමට කිරණ සටහනක් (3) රූපය මත අඳින්න. දුරේක්ෂයේ පිහිටුම ද අඳින්න.

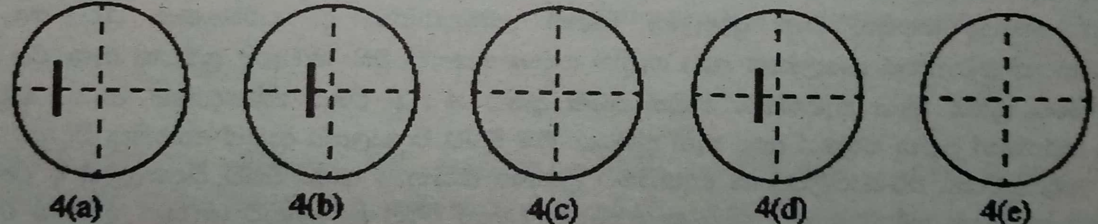


නිවැරදි කිරණ සටහන : යටත් පිරිසෙයින් එක් ඊ හිසක් සහිත <u>සමමිතික</u> කිරණ සටහනක් සහ දුරේක්ෂයේ පිහිටුම නිවැරදි විය යුතුය.

(ii) සෝඩියම් ආලෝකය සඳහා ඉහත සඳහන් කර ඇති මිනුම් දෙකට අනුරූප එක් පරිමාණයක පාඨාංක 143°29′ සහ 183°15′ නම් (මිනුම් ලබා ගන්නා විට පරිමාණය 360° ලකුණ හරහා ගමන් නොකළ බව උපකල්පනය කරන්න.), අවම අපගමන කෝණය සොයන්න.

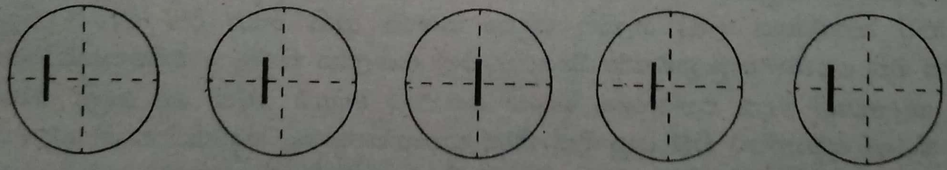
අවම අපගමන කෝණය $= 183^{0}15' - 143^{0}29' = 39^{0}46'$

(*e*) ඔබ අවම අපගමන ස්ථානය හඳුනාගෙන එය හරස් කම්බි මතට ගෙන ආ පසු, එය නැවත සනාථ කර ගැනීම සඳහා වඩා කුඩා පතන කෝණයකින් පටන්ගෙන අවම අපගමන ස්ථානය හරහා ගමන් කරන තුරු දීප් සිදුරේ ප්‍රතිබිම්බය සන්තතිකව නිරීක්ෂණය කරමින් ප්‍රිස්ම මේසය කරකැවීමට ඔබට කියා ඇත. 4(a), 4(b) සහ 4(d) රූප එවැනි කරකැවීමක දී අනුගාමී ස්ථාන පහකින් තුනක දී, දීප් සිදුරේ ප්‍රතිබිම්බය නිරීක්ෂණය කළ හැකි වූ පිහිටුම් පෙන්වයි.



4(a) 4(b) 4(c) 4(d) 4(e)

4(c) සහ 4(e) රූප මත, ඔබ දීප් සිදුරේ ප්‍රතිබිම්බ දැකීමට බලාපොරොත්තු වන ස්ථානවල ඒවා අඳින්න.



4(a) 4(b) 4(c) 4(d) 4(e)

[4(c) හි ඇඳ ඇති ප්‍රතිබිම්බය, 4(b) හි පෙන්වා ඇති ප්‍රතිබිම්බය සහ සිරස් හරස් කම්බි අතර පිහිටා ඇති නම් එය නිවැරදි යැයි සැලකිය හැකිය]

(f) ප්‍රිස්ම කෝණය A නම් ද සෝඩියම් ආලෝකය සඳහා අවම අපගමන කෝණය D නම් ද සෝඩියම් ආලෝකය සඳහා වීදුරුවල වර්තන අංකය n සඳහා ප්‍රකාශනයක් A සහ D ඇසුරෙන් ලියන්න.

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A+D}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

(g) $A = 60^\circ$ නම්, n හි අගය සොයන්න.

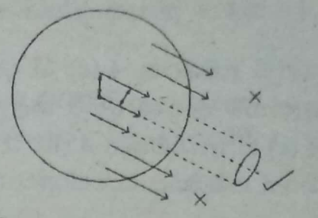
$$n = \frac{\sin\left(\frac{60^0+39^046'}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60^0}{2}\right)} = \frac{\sin(49^053')}{1/2} = 1.529\ (1.52 - 1.53)$$

මුළු ලංකාවෙම වර්ණාවලිමානය එනවා කියා පුරෝකථනය කොට තිබුණි. හැම පත්තියක ම මෙය තදබල ලෙස උගන්වන ලදී. ඒ කියන්නේ මෙම ප්‍රශ්නය පිටවුණා කියන එක ද? ලංකාවේ සමහර අය එහෙම සිතති. භෞතික විද්‍යාව කළත් ඔවුනට යථාර්ථය තේරෙන්නේ නැත. ජලයේ වාෂ්පීකරණ ගුප්ත තාපය එනවා කියා ද බොහෝ අය ප්‍රකාශ කොට තිබුණි. හැබැයි ප්‍රශ්න පත්‍රයේ, දී ඇති ප්‍රශ්නය නොවේ. එය උගැන්වූයේ නම් සැක සිතීම සාධාරණය. වර්ණාවලිමානය පිළිබඳ ප්‍රශ්න කී වතාවක් දී ඇත් ද?

(a) බොහෝ දරුවන් මෙයට නම් නිවැරදි උත්තරය ලියා තිබුණි. පෙර වසරවලදී නම් ප්‍රිස්ම මේසය වෙනුවට සමාන්තරකය ලියා තිබුණි.

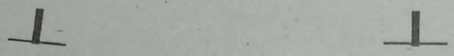
(b) මේවාට වෙන විකල්ප උත්තර නැත. හැබැයි ලකුණු ගන්න ඕන නම් යටින් ඉරි ඇඳි වාක්‍ය ඛණ්ඩ ලියා තිබිය යුතුය. 2006 විවරණයේ දී ප්‍රකාශ කලාක් මෙන් හරස් කම්බි පැහැදිලිව නිරීක්ෂණය වනතෙක් උපනෙත සීරු මාරු කිරීම යනු උපනෙතේ නාභි තලයට හරස් කම්බි ගෙන ඒම නොවේ. හරස් කම්බි හරියට ම නාභියට ගෙනාවොත් හරස් කම්බි නොපෙනී යනු ඇත. එමනිසා මෙම සීරුමාරු ව කළ පසු හරස් කම්බි පිහිටන්නේ උපනෙතේ නාභි තලයට ටිකක් මෙපිටින් ය. (කාචයේ ප්‍රකාශ කේන්ද්‍රය පැත්තට) උපනෙත සීරු මාරු කරනවා කියන්නේ ඇසට විඩාවක් නොදැනෙන පරිදි පෙනීම සඳහා ඇසේ සිට 0.5 m - 1.0 m පමණ දුරින් හරස් කම්බිවල ප්‍රතිබිම්බය පිහිටුවීම ය.
ප්‍රථමයෙන් දුරේක්ෂය සමාන්තර ආලෝකය ලබා ගැනීම සඳහා සැකසිය යුතු ය. ඈතින් පිහිටි වස්තුවකින් (ගසක් වැනි) පැමිණෙන ආලෝක කිරණ එකිනෙකට සමාන්තර යැයි කියා අපි උපකල්පනය කරමු. වෙන මොනවා කරන්න ද? මොකද සඳෙන් එන ආලෝක කිරණ ලබා ගන්න ද? පරීක්ෂණය රෑට කළ නොහැක. වර්ණාවලිමානයක් සමාන්තර ආලෝකය ලබා ගැනීම සඳහා සකසන වඩා නිවැරදි ක්‍රමයක් ඇත. එය ***(Schuster's method)*** ෂූස්ටර් ක්‍රමය කියා හැඳින්වේ. නමුත් මෙම ක්‍රමය *A / L* විෂය නිර්දේශයේ නැත. *A/L* වලදී ඔබ අනුගමනය කරන්නේ ප්‍රශ්න පත්‍රයේ අසා ඇති ක්‍රමයය. ඔබ විශ්ව විද්‍යාලයට ඇවිත් භෞතික විද්‍යාව කළොත් මා ඉහත නම් කළ ක්‍රමයට වර්ණාවලිමානය සැකසීමට උගෙන ගන්නවා ඇත. විශ්ව විද්‍යාලයේ දී දුරේක්ෂය ඈත පිහිටි ගසකට නැතිනම් තමන් කැමති ගැහැණු ළමයෙකුට හෝ පිරිමි ළමයෙකුට (ඈතින් ඉන්නා) එල්ල කිරීමට අවශ්‍ය නැත. දුරේක්ෂය සීරු මාරු කරනවා යන්නෙන් අදහස් වන්නේ දුරේක්ෂයේ ඉදිරි කෙළවරේ ඇති කාචයේ පිහිටුම වෙනස් කිරීමය. ඉදිරියට / පිටුපසට රැගෙන යාමය.
දැන් දුරේක්ෂය සමාන්තර ආලෝකය ලබා ගැනීම සඳහා සකසා ඇති නිසා දික් සිදුරේ තියුණු පැහැදිලි ප්‍රතිබිම්බයක් හරස් කම්බි මත පෙනීම යනු සමාන්තරකයෙන් එන ආලෝක කිරණ ද එකිනෙකට සමාන්තර බවයි. ගන්න කෙනා හරියට හැදුවොත් දෙන එක්කෙනා ගන්න කෙනාට *match* වෙන දේ දෙයි. සමාන්තරකයෙන් ඉවතට එන ආලෝක කිරණ සමාන්තර වීම යනු දික් සිදුර සමාන්තරකයේ කාචයේ නාභි තලයේ පිහිටුවීමය. බොහෝ දරුවන්ගේ උත්තරවල "හරස් කම්බි මත" යන වාක්‍ය ඛණ්ඩය තිබුණේ නැත.

(c) ප්‍රිස්මයේ සමාන්තරකය වෙත යොමු වී ඇති ශීර්ෂය ප්‍රිස්ම මේසයේ කේන්ද්‍රයට ආසන්න ලෙස තැබිය යුතු බව සඳහන්ව ඇත. ඇත්තටම සැළකුවහොත් ශීර්ෂය තැබිය යුත්තේ කේන්ද්‍රයට ආසන්නව සමාන්තරකය පැත්තට වන්නට ය. ප්‍රිස්මය සමාන්තරකයට සාපේක්ෂව සමමිතිකව තැබිය යුත්තේ කිරණ සම සමව මුහුණත් දෙකට වැටීමට ය. දුරේක්ෂයේ අක්ෂය සැම විට ම එල්ල වන්නේ ප්‍රිස්ම මේසයේ කේන්ද්‍රය වෙතය. එමනිසා පරාවර්තිත කිරණ ප්‍රිස්ම මේසයේ කේන්ද්‍රය අවටින් නොආවොත් දුරේක්ෂයට ඇතුලු නොවේ. ඕනෑම තැනකින් එන කිරණ ග්‍රහණය කිරීමට දුරේක්ෂය ඇඹරිය නොහැක. රූපය බලන්න.



බොහෝ දරුවන් ප්‍රිස්මයේ එක් මුහුණතක් LN රේඛාවට ලම්බව තබා තිබුනත් ප්‍රිස්මය ඇඳ තිබුණේ අහකය. සමාන්තරකයෙන් එන සමාන්තර ආලෝක කිරණ මුහුණත් දෙකටම වැටෙන පරිදි සමාන්තරකයට සාපේක්ෂව ප්‍රිස්මය සමමිතිකව තැබිය යුතුය.

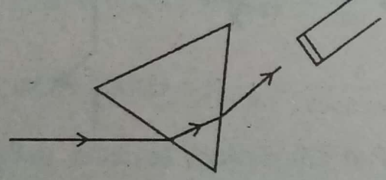
ප්‍රිස්ම මේසය මට්ටම් (සංතලනය) කිරීමේ දී ගන්නා වූ පියවර අසා නැත. ප්‍රිස්මයේ වර්තක මුහුණතක් (PR ලෙස ගනිමු) LN රේඛාවට ලම්බව තබන්නේ ඇයි ? මෙයට හේතුව පිරික්සීමට පෙර ප්‍රිස්ම මේසය මට්ටම් කිරීම සඳහා ගන්නා වූ ක්‍රියාමාර්ගය විමසා බලමු. PR මුහුණතෙන් ලැබෙන පරාවර්තිත කදම්බය දුරේක්ෂයට ලැබෙන පරිදි දුරේක්ෂය කරකවන්න. දුරේක්ෂය තුළින් පෙනෙන දික් සිදුරේ ප්‍රතිබිම්බය තිරස් හරස් කම්බිය දෙපස සමමිතිකව පිහිටන පරිදි L (හෝ N) ඉස්කුරුප්පු සකසන්න. පහත රූප බලන්න.



$L(N)$ඉස්කුරුප්පු සැකසීමට පෙර $L(N)$ඉස්කුරුප්පු සැකසීමෙන් පසු

නමුත් මෙය සැකසූ පමණින් ම මුළු ප්‍රිස්ම මේසයම මට්ටම් වී නොතිබෙන්නට පුළුවන. M ඉස්කුරුප්පුව ඇති පැත්ත LN ට සාපේක්ෂව පහළින් හෝ ඉහළින් තිබිය හැක. මෙය සැකසීම සඳහා PQ මුහුණතෙන් පරාවර්තනය වන කිරණ ලබා ගැනීම සඳහා දුරේක්ෂය කරකවා ඉහත කළාක් මෙන් දුරේක්ෂය තුළින් බලමින් පෙරසේම දික් සිදුරේ ප්‍රතිබිම්බය තිරස් හරස් කම්බිය දෙපස සමමිතිකව පිහිටන පරිදි M ඉස්කුරුප්පුව සකසන්න(කරකවන්න). දැන් මුළු මේසයම මට්ටම් වී ඇත. M ඉස්කුරුප්පුව කරකැවීමේ දී LN රේඛාවට ලම්බව තැබූ PR මුහුණතට එමගින් බලපෑමක් ඇති නොවේ. PR මුහුණත LN ට ලම්බකවම සිටිමින් ප්‍රිස්මයේ M පැත්තට ඇති ඇලවීම පමණක් මග හැරේ. කොහොමටත් මේසයක් මට්ටම් කරන්නත් කකුල් තුනක්වත් අවශ්‍ය වේ.

(d) (i) මුහුණත් දෙකෙන් වර්තනය වන පරිදි ප්‍රිස්මය, ප්‍රිස්ම මේසය මත තැබිය යුතුය. බොහෝ ළමයින් ප්‍රිස්මය නිවැරදිව තබා තිබුණත් ඇඳ තිබූ කිරණය අවම අපගමන අවස්ථාව නිරූපණය කොට තිබුණේ නැත. එනම් කිරණය ප්‍රිස්මය තුළ සමමිතිකව ගමන් කරන බව පෙන්විය යුතුය. කිරණවල පථවලට ඊ හිස් යෙදීමට අමතක නොකරන්න. ප්‍රිස්මය අනෙක් අතට තබා ද කිරණ සටහන ඇඳිය හැක.



නමුත් නිර්ගමනය වන කිරණය ලබා ගැනීමට දුරේක්ෂයේ පිහිටීම වෙනස් කළ යුතුය. සමාන්තරකය තුළින් ඕනෑම තැනකින් එන කිරණයක් ඇඳිය හැක.

(ii) සුපුරුදු ගණනයය. පරිමාණය 360° ලකුණ හරහා ගමන් නොකළ නිසා ඇත්තේ නිකම්ම වැඩි අගයෙන් අඩු අගය අඩු කිරීම ය. අංශක එකකට ඇත්තේ කලා 60 ක් බව අමතක නොකළ යුතුය. $15'$ න් $29'$ ක් අඩු කළ නොහැක. එමනිසා 183° න් එක් අංශකයක් කලා පැත්තට උස්සාගෙන ආ යුතුය. එවිට 183°, 182° ක් වන අතර $15'$, $75'$ $(60'+15')$ ක් වේ.

$$\begin{array}{r} 182^\circ\ 75' \\ -\ 143^\circ\ 29' \\ \hline 39^\circ\ 46' \\ \hline\hline \end{array}$$

(e) අවම අපගමන අවස්ථාව ලබා ගැනීම සඳහා ප්‍රිස්මය මේසය මත නිවැරදිව තබා කුඩා පතන කෝණයක සිට ප්‍රිස්ම මේසය කරකවමින් දුරේක්ෂය තුළින් දික් සිදුරේ ප්‍රතිබිම්බය නිරීක්ෂණය කලා නම් ඔබට මෙය අනිවාර්යයෙන් ම මතක් විය යුතුය. දික් සිදුරේ ප්‍රතිබිම්බය අපගමන කෝණය අඩු වන දිශාවකට ගමන් කර, ආපසු හැරී, අපගමන කෝණය වැඩිවන දිශාවකට ගමන් කරයි. 2013 බහුවරණ 24 ප්‍රශ්නයේ ද මෙය පරීක්ෂා කොට ඇත. ප්‍රතිබිම්බය ආපසු හැරෙන තැන අවම අපගමන අවස්ථාවයි. අප අවම අපගමන පාඨාංකය ගන්නේ මේ අවස්ථාවේදී ය. **4 (b)** හා **4 (d)** රූප එකම නිසා ඒ දෙක අතරේ දී ප්‍රතිබිම්බය හැරෙන තැන තිබිය යුතුය. හැරුණේ නැත්නම් ආපසු ඉස්සෙල්ල සිටිය තැනට ආ නොහැක. එමනිසා 4(c) හි ඇඳ ඇති ප්‍රතිබිම්බය ඇඳීමට ඇති හොඳම ස්ථානය සිරස් හරස් කම්බි මත වේ. කොහොමටත් අවම අපගමන අවස්ථාවේ පාඨාංකය කියවන්නේ නම් සිරස් හරස් කම්බිය මතට ප්‍රතිබිම්බය ගත යුතුය.

නමුත් ළමයෙකු 4 (c) හි ඇඳ ඇති ප්‍රතිබිම්බය, 4 (b) හි ඇඳ ඇති ප්‍රතිබිම්බය සහ සිරස් හරස් කම්බි අතර ඇඳ ඇත්නම් ලකුණු අහිමි කළ නොහැක. ඒ කියන්නේ 4 (b) සහ 4 (d) අතර අතරමැදි අවස්ථාවක් ඔහු සලකා ඇත. 4 (c) හි අපගමනය 4 (b) ට වඩා අඩු බව ඔහු දනී. එලෙස ම 4 (e) හි ප්‍රතිබිම්බය 4 (d) හි ප්‍රතිබිම්බයට වඩා සිරස් හරස් කම්බියට සාපේක්ෂව ඈතින් ඇඳ ඇත්නම් එහිත් අවුලක් නැත.

(f) මෙය හැමදාම අහන සූත්‍රයය.

(g) මෙවර සුළු නම් නොවේ. නිකම්ම 1.5 ලිව්වට ලකුණු නොලැබේ. මෙහි උත්තරය ලබා ගෙන තිබුණේ ඉතා සීමිත පිරිසකි. බෙදීමේ දී ද පරිස්සම් විය යුතුය.

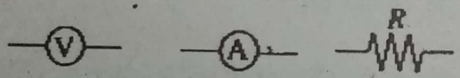
$$\frac{99^0\,46'}{2} = 49^0\,\frac{106'}{2} = 49^0\,53'$$

2 වරක් 4 8 යි. 1 ක් ඉතුරුයි. 19, 2 න් බෙදුවම 9 යි, 1 ක් ඉතුරුයි. ඒ ඉතිරි 1 කලා පැත්තට අරගෙන ආ යුතුය. 1° ක් යනු කලා 60 කි. එබැවින් අරගෙන යන 60 යි තියන 46 යි එකතු කලාම $106'$ යි. 2 න් බෙදිය යුත්තේ මෙයයි.

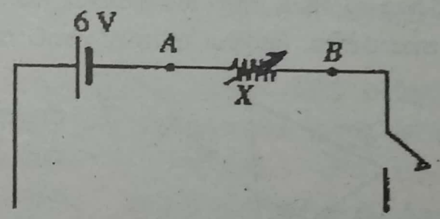
4. **නොදන්නා අගයක් සහිත ප්‍රතිරෝධකයක නිවැරදි ප්‍රතිරෝධය (*R*), එය හරහා ධාරා (*I*) සහ වෝල්ටීයතා (*V*) මැන සුදුසු ප්‍රස්තාරයක් ඇඳීමෙන් නිර්ණය කිරීමට ඔබට නියම ව ඇත. නොදන්නා ප්‍රතිරෝධකයේ *R* ප්‍රතිරෝධයට 500 Ω ට ආසන්න අගයක් ඇති බව දනී.**

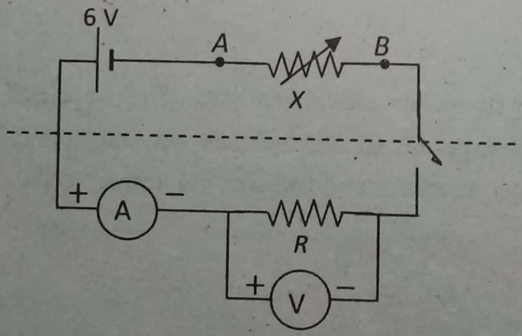
(*a*) මේ සඳහා ඔබ විසින් අටවන විද්‍යුත් පරිපථයක පරිපථ සටහනෙහි කොටසක් (1) රූපයේ ඇඳ ඇත. *X* යනු *A* හා *B* ලක්ෂ්‍ය අතර සම්බන්ධ කර ඇති ධාරා නියාමකයකි.

(i) පහත පෙන්වා ඇති අනෙක් සංරචකයන්ගේ පරිපථ සංකේත භාවිත කර පරිපථ සටහන සම්පූර්ණ කරන්න. සෑම සංකේතයකට ම ඒවායේ සුපුරුදු තේරුම ඇත.



(1) රූපය

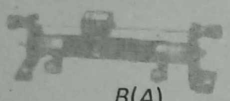


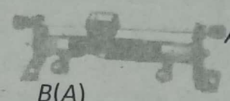


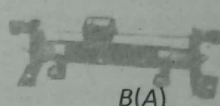
V සහ A හරහා +, −ලකුණු ඇතිව පෙන්වා ඇති ආකාරයට සම්පූර්ණ නිවැරදි පරිපථය ඇඳිය යුතුය

(ii) ඔබ විසින් අඳින ලද පරිපථ කොටසෙහි වෝල්ටමීටර සහ ඇමීටර පරිපථ සංකේත දෙපස + සහ – ලකුණු නිවැරදි ව යොදන්න.

(*b*) මෙම පරීක්ෂණයේ දී භාවිත කිරීම සඳහා (2) රූපයේ පෙන්වා ඇති ධාරා නියාමකය ඔබට දී ඇත. ඉහත (*a*) යටතේ සඳහන් කර ඇති *A* සහ *B* ලක්ෂ්‍ය (2) රූපයේ පෙන්වා ඇති ධාරා නියාමකයේ උචිත අග්‍රයන්හි ලකුණු කරන්න.







ඉහත ඕනෑම එක් රූපයක සලකුණු කිරීම් දෙකම නිවැරදි ව පෙන්විය යුතුය

(*c*) ධාරා නියාමකය සඳහා පහත සඳහන් පිරිවිතර දී ඇත.

සම්පූර්ණ ප්‍රතිරෝධය = 2000 Ω
උපරිම ධාරාව = 0.5 A

මෙම ධාරා නියාමකය (*a*) (i) කොටසේ දී අඳින ලද සම්පූර්ණ කරන ලද පරිපථයේ භාවිත කෙරෙන විට, ඔබට ලබා ගත හැකි උපරිම සහ අවම ධාරා නිමානය කරන්න.

උපරිම ධාරාව : $I_{max} = \frac{6}{500} = 12$ mA හෝ 0.012 A

අවම ධාරාව : $I_{min} = \frac{6}{2000+500} = \frac{6}{2500} = 2.4$ mA හෝ 0.0024 A

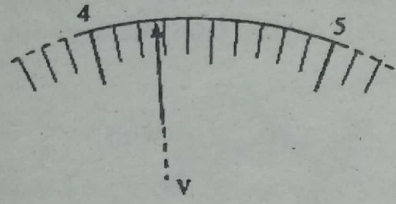
(*d*) පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රම 0.5 mA, 15 mA, 20 mA, 100 mA සහ 1 A සහිත ඇමීටර එකතුවකින් සුදුසු ඇමීටරයක් තෝරා ගැනීමට ඔබට කියා ඇත්නම් ඔබේ තේරීම කුමක් ද? එම තේරීමට හේතුව දෙන්න.

තේරීම : 15 mA

හේතුව : උපරිම නිරවද්‍යතාවයකින් මිනුම් ලබා දේ හෝ මිනුම් වඩාත් නිවැරදි වේ හෝ දෝෂය/ භාගික දෝෂය/ ප්‍රතිශත දෝෂය හෝ පරිමාණයේ විශාල කොටසක් භාවිතා වේ හෝ (පරීක්ෂණය සඳහා සුදුසු) වඩාත්ම සංවේදී ඇමීටරය වේ. (නිවැරදි තේරීම සහ දී ඇති එක් හේතුවක් ලිවිය යුතුය)

(e) I සහ V සඳහා වෙනස් පාඨාංක යුගල පහක් ලබා ගැනීමට ඔබට කියා ඇත.

(i) එවැනි එක් වෝල්ට්මීටර පාඨාංකයකට අනුරූප වෝල්ට්මීටර දර්ශකයේ උත්ක්‍රමය (3) රූපයේ පෙන්වා ඇත.



(3) රූපය

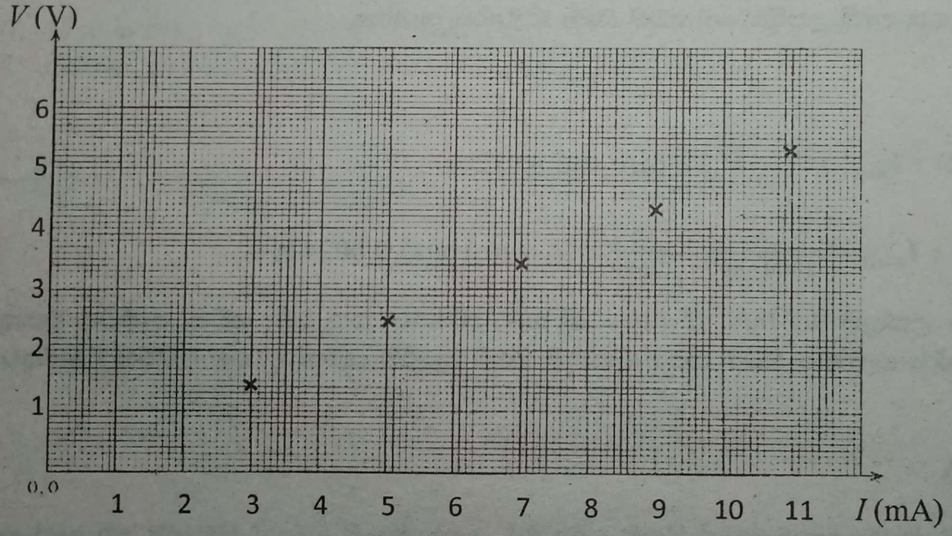
(1) මෙම කියවීමේ අගය ලියා දක්වන්න. : ....

(2) එම මිනුමෙහි උපරිම නිමානිත දෝෂය කුමක් ද? ....

කියවීමේ අගය = 4.3 V

මිනුමේ උපරිම නිමානිත දෝෂය =0.05 V

(ii) ඉහත a (i) හි දී සම්පූර්ණ කරන ලද පරිපථය භාවිත කොට මෙම පරීක්ෂණය සිදු කළ විට ඇමීටර කියවීම් වන 3 mA, 5 mA, 7 mA, 9 mA සහ 11 mA සඳහා අනුරූප වෝල්ට්මීටර පාඨාංක පිළිවෙළින් 1.4 V, 2.4 V, 3.4 V, 4.3 V සහ 5.3 V විය. ධාරාව ස්වායත්ත විචල්‍යය ලෙස සලකා R නිර්ණය කිරීමට සුදුසුවන ආකාරයට, දත්ත ලක්ෂ්‍යයන් දී ඇති ජාලකය මත ලකුණු කරන්න.



නිවැරදි අක්ෂ තෝරා ගැනීම සහ ඒකක සමග අක්ෂ නම් කිරීම සහ සියළුම දත්ත ලක්ෂ්‍ය නිවැරදිව ලකුණු කළ යුතුය

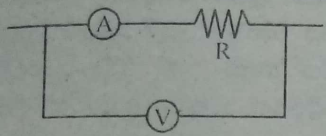
(f) සුදුසු ප්‍රස්තාරයක් ඇඳීමෙන් පසු ඔබ, නොදන්නා R ප්‍රතිරෝධයේ අගය 480 Ω ලෙස නිර්ණය කළේ යැයි සිතන්න. මෙම පරීක්ෂණයේ දී ඔබ භාවිත කළ වෝල්ට්මීටරයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය (R_i) 5000 Ω වේ. R_i හි අගය අපරිමිත ලෙස විශාල වූයේ නම්, මෙම පරීක්ෂණයෙන් R සඳහා ඔබට බලාපොරොත්තු විය හැකි අගය ගණනය කරන්න.

$$\frac{RR_i}{R+R_i} = 480 \text{ හෝ } \frac{5000R}{R+5000} = 480 \Rightarrow 4520R = 5000 \times 480$$

$$R = 531\ \Omega\ (530 - 532)\ \Omega$$

මෙ ආකාරයේ ගැටළු **past papers** වල ඇත. ධාරා නියාමක පිළිබඳව ද මීට පෙර අසා ඇත.

(a) (i) *R* හරහා ගලන ධාරාව සහ එය හරහා වෝල්ටීයතාව මැනීමට නම් ඇමීටරය පරිපථයට ශ්‍රේණිගතව ද වෝල්ට්මීටරය සමාන්තරගතව ද සම්බන්ධ කළ යුතුය. මෙහිදී ඇමීටරය *A* සහ *R* ප්‍රතිරෝධය යන දෙකම වටා වෝල්ට්මීටරය සම්බන්ධ කිරීම නිරවද්‍ය නොවේ. රූපය බලන්න.



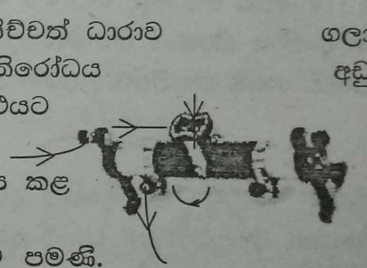
ඇමීටරය සහ වෝල්ට්මීටරය පරිපූර්ණම ලෙස සැලකුවොත් මෙම ඇටවුමත් නිවැරදි යැයි තර්ක කල හැක. එය ඇත්තය. නමුත් ප්‍රායෝගිකව ගත් කළ ඇමීටරයට ද කුඩා වූ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් ඇත. එවිට වෝල්ට්මීටරයේ පාඨාංකය වන්නේ ඇමීටරය හා *R* ප්‍රතිරෝධය හරහා බසින මුළු වෝල්ටීයතාවයය. අනෙක *R* ද එතරම් විශාල ප්‍රතිරෝධයක් නොවේ. අප මැනිය යුත්තේ *R* හරහා වෝල්ටීයතාවයය.

R හරහා ගලන ධාරාව *I* නම් $V = IR$. අප මනින්නේ *I* සහ *V* ය. ඇමීටරය පිටතින් සම්බන්ධ කළවිට එහි අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් තිබ්බත් කමක් නැත. ඒ අනුව පරිපථයේ ගලන *I* ධාරාව වෙනස් වන බව ඇත්තය. නමුත් අප මනින්නේ අදාළ *I* සහ ඊට අනුරූප *V* ය.

(ii) මෙය ලකුණු කරන්න බැරි නම් කිසිසේත් සමාව දිය නොහැක. මීට පෙරත් ලකුණු කරන්න කියා අසා ඇත.

(b) මෙයට නම් ලකුණු ලබා ගත්තේ සීමිත පිරිසකි. මෙය මෙහෙමම පෙර අසා ඇත. දෙයියනේ මං හැමදාම ප්‍රකාශ කරන පරිදි ළමයින්ට මොකද වෙලා තියෙන්නෙ. **past papers** වලින් ඉගෙන ගන්නා පාටක් නොපෙනේ. ධාරා නියාමකයක දැන ගත යුතු ඉතාම සරල දෙය වන්නේ ඉහළ අග්‍ර දෙකෙන් ඕනෑම එකක් සමඟ පහළ අග්‍ර දෙකෙන් ඕනෑම එකක් පරිපථයට සම්බන්ධ කළ හැකි බවයි. ඉහළ අග්‍ර දෙක හෝ පහළ අග්‍ර දෙක පරිපථයට සම්බන්ධ කළොත් කිසිදු වැඩක් නැත. ධාරා නියාමකයක කාර්යය වන්නේ සර්පණය කළ හැකි ස්පර්ශකය එහාට මෙහාට කිරීමෙන් පරිපථයේ ප්‍රතිරෝධය (ධාරා නියාමකය හරහා ප්‍රතිරෝධය) වෙනස් කිරීමට හැකි වීමයි.

උඩම ඇති අග්‍ර දෙකට පරිපථය සම්බන්ධ කළොත් ස්පර්ශකය කොහෙට ගෙනිච්චත් ධාරාව ගලා යන්නේ ඉහළ ඇති ලෝහ දණ්ඩ හරහා ය. රූපය බලන්න.මෙමඟින් පරිපථයේ ප්‍රතිරෝධය අඩු වැඩි කරන්නට බැරිවාක් මෙන්ම ලෝහ පොල්ලේ සුළු ප්‍රතිරෝධය පමණක් පරිපථයට එකතු වේ. එමෙන් ම යට ඇති අග්‍ර දෙකට සම්බන්ධ කළොත් ඔතා ඇති කම්බි දඟරයේ මුළු ප්‍රතිරෝධය පරිපථයට එකතු වන නමුත් ප්‍රතිරෝධය විචල්‍ය කළ නොහැක. උඩින් අතගෑවත් යට දෙක සම්බන්ධ වෙලානෙ.



ඉතින් ඔබ කළ යුතුව ඇත්තේ උඩින් එකකුත් යටින් එකකුත් තෝරා ගැනීම පමණි. මෙවැනි සංයෝජන කීයක් ඇත් ද? අවශ්‍ය වන්නේ ඔතා ඇති කම්බි දඟරයේ යම් කොටසක් හරහා ධාරාව යැවීම ය. උදාහරණයක් වශයෙන් ඉහත රූපයේ පෙන්වා ඇති අග්‍ර භාවිත කළොත් ධාරාව යන ගමන් මාර්ගය එහි පෙන්වා ඇත. ස්පර්ශකය සර්පනය කිරීමෙන් දඟරයේ අවශ්‍ය තැන **touch** කළ හැක. එමනිසා අවශ්‍ය වන්නේ උඩින් එකකුත් යටින් එකකුත් පමණි. අනික් දෙන්නා අවශ්‍ය නැත. ඔහෙ බලං හිටියාවේ.

(c) සරල ගණනයකි. උපරිම ධාරාව ලැබෙන්නේ ධාරා නියාමකයේ ප්‍රතිරෝධයක් නැති වූ විට ය (ශුන්‍ය වූ විටය). ඉහත රූපයේ නම් මෙය ලබා ගත හැක්කේ ස්පර්ශකය වමට ම තල්ලු කිරීමෙන් ය. අවම ධාරාව ලැබෙන්නේ ධාරා නියාමකයෙන් ලබා ගත හැකි උපරිම ප්‍රතිරෝධය පරිපථයට එක් කළ විටය. ඉහත රූපයේ නම් මෙය ලබා ගත හැක්කේ ස්පර්ශකය දකුණට ම තල්ලු කිරීමෙන්ය. ධාරා නියාමකය හරහා ගැලිය හැකි උපරිම ධාරාව 0.5 A ලෙස දී ඇත. නමුත් ඇත්තටම මෙම අගයෙන් වැඩක් නැත. සමහර දරුවන් උපරිම ධාරාව ලෙස 0.5 A සඳහන් කොට තිබුණි.

0.5 A යනු දඟරයේ පොටවල් අනවශ්‍ය ලෙස රත් නොවී දඟරය හරහා ගැලිය හැකි උපරිම ධාරාවයි. නමුත් ප්‍රශ්නයෙන් අසන්නේ දී ඇති පරිපථයේ ගැලිය හැකි උපරිම හා අවම ධාරායි. ඇත්තටම පරිපථයේ උපරිම ධාරාව ගලන විට ධාරා නියාමකය නැතුවා සේ සැලකිය හැක. ධාරා නියාමකයේ මුළු කම්බි දඟරයම භාවිත කළත් (උපරිම ප්‍රතිරෝධය) මේ පරිපථයේ ගලන්නේ **2.4 mA** කි. **2.4 mA, 0.5 A** ට වඩා බොහෝ අඩුය. එමනිසා අවුලක් නැත. ධාරා නියාමකය හරහා ගැලිය හැකි උපරිම ධාරාව ලෙස 0.5 A දී ඇත්තේ මෙම ධාරා නියාමකය මේ පරීක්ෂණය සඳහා භාවිත කළ හැකිබව ඒත්තු ගැන්වීමටය.

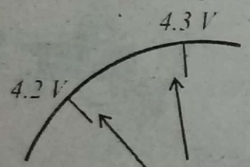
(d) සාමාන්‍ය *I.Q.* ය. පරිපථයේ ගලන උපරිම ධාරාව 12 mA කි. එමනිසා ඔබ තෝරා ගත යුත්තේ 12 mA ට සමීප ම ඊට ටිකක් විතර වැඩියෙන් පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමයක් ලබා දෙන ඇමීටරයයි. 12 mA ට සමාන එකක් තිබුණේ නම් එය තෝරා ගැනීම වැරදිය. එවිට කට්ට නැට්ටටම යනවා ය. 12 mA ට ටිකක් වැඩි එක 15 mA ය.

මා සාමාන්‍ය *I.Q.* කිව්වේ මේ නිසාය. උපරිම ධාරාව 12 mA නම් පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමය 1 A වන ඇමීටරයක් තෝරා ගන්නේ මොන මෝඩයා ද? එවිට දර්ශකය උත්ක්‍රමය වන්නේ බොහොම ටිකකි. ඉතිරි පරිමාණ කොටස නිකං අපරාදේය. ලිවිය හැකි සියලු උත්තර දී ඇත. ඒ අතරින් වඩාත් නිවැරදි උත්තරය වන්නේ ඇමීටරයට ඉහළ සංවේදීතාවක් ඇත යන්නය. මුළු පරිමාණයම වාගේ අහුවෙන්නට දර්ශකය වැනිය හැකි නම් ඔබ සංවේදී පුද්ගලයෙකි. දෝෂය / භාගික දෝෂය කුඩා වන්නේ පරිමාණය විස්තීර්ණ වන විට පරිමාණය කුඩා කොටස්වලට පවා බෙදිය හැකි වීමයි. එවිට කියවිය හැකි කුඩා ම මිනුම කුඩා වේ.

(e) (i) 4.25 V සිට 4.30 V දක්වා ඕනෑම අගයකට ලකුණු දුන්නත් මේ සඳහා නිවැරදි උත්තරය වන්නේ 4.30 V ය. අතරමැද අගයයන් කියවීම වැරදිය. පරිමාණය බෙදා ඇත්තේ 0.1 V ටය. 0.1 V ට වඩා කුඩා අගයයන්ගෙන් ක්‍රමාංකනය කොට නැත. එමනිසා අපට හිතෙන පරිදි කියවීම නිමානනය කිරීමට යාම වැරදිය.

දර්ශකය වඩාත් ම ලංව ඇත්තේ 4.3 V ටය. එමනිසා නිවැරදි කියවීම එයය. අප හිතෙන් හිතා බලා, කියවීම 4.27 V වගේ යැයි නිශ්චය කිරීම නිවැරදි නොවේ. එබැවින් මෙවන් කියවීමක තර්කය ගොඩනැගෙන්නේ මෙසේය. දර්ශකය 4.2 V ට ලංව තිබේ නම් කියවීම 4.2 V ය. 4.3 V ට ලංව තිබේ නම් කියවීම 4.3 V ය. හරියට ම මේ දෙක මැදට වගේ තිබේනම් එක්කෝ 4.2 V හෝ 4.3 V න් එකක් තෝරා ගන්න. මැද තියනවා කියා 4.25 V ලිවීම නොකළ යුතුය. එය ඇත්තට ම කියවිය නොහැක.

මිනුමෙහි උපරිම නිමානිත දෝෂය යනු කුඩාම මිනුම නොවේ. මෙහි තර්කය මෙසේය. දර්ශකය 4.2 V සිට 4.2 V හා 4.3 V අතර හරි මැද්දට වගේ වෙනකම් තිබුණේ නම් අපගේ කියවීම 4.2 V ය. ඒ වගේම දර්ශකය 4.2 V හා 4.3 V අතර හරි මැද සිට 4.3 V වෙනකම් තිබුණේ නම් කියවීම 4.3 V ය. එනම් කියවීම 4.2 V ද නැතහොත් 4.3 V ද කියා තීරණය වන්නේ දර්ශකය තිබෙන්නේ හරි මැද්දෙන් මෙහා ද නැත්නම් හරි මැද්දෙන් එහා ද යන්න මතය. එනම් කියවීමේ උපරිම නිමානිත දෝෂය වන්නේ 0.1 V වලින් භාගයකි. එනම් 0.05 V ය.



දර්ශකය 4.2 V සිට '4.25 V' (මැද) දක්වා ඇත්නම් කියවීම = 4.2 V
දර්ශකය '4.25 V' සිට 4.3 V දක්වා ඇත්නම් කියවීම = 4.3 V ය.

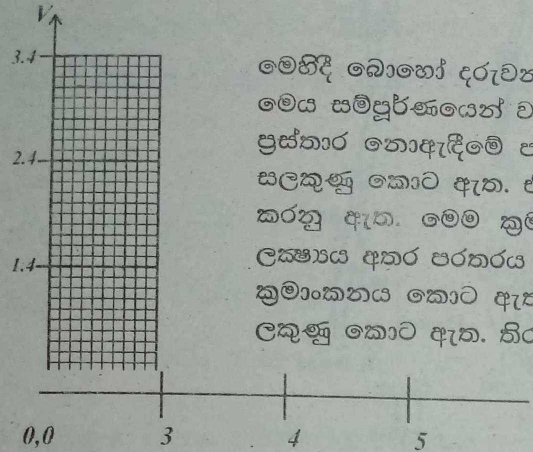
එමනිසා උපරිම වශයෙන් අපට නිමානනය කළ හැකි දෝෂය 0.1 V ලෙස ගැනීම වැරදිය. කියවීම 4.2 V හෝ 4.3 V බව ඇත්තය. ඒ අතර අගයන් 'කියවිය' නොහැක. නමුත් ඇසෙන් 'බැලිය' හැක. ඇහෙන් බැලූ පමණින් හරියට කියව ගන්න බැරි නම් 'කියවීමක්' ලබා ගත නොහැක. නමුත් කියවීම 4.2 V ද නැත්නම් 4.3 V ද කියා තීරණය කරන්නේ මැද මායිම බලාය. එමනිසා උපරිම නිමානිත දෝෂය 0.05 V වේ. මැදෙන් මෙහා නම් මේ ගොඩේය. මැදෙන් එහා නම් ඒ ගොඩේය. හරියට ම මැද වගේ පේනවා නම් ඕන ගොඩකට තෝරා ගන්නවා හැර කුමක් කරන්න ද?

මෙම කියවන ලද පාඨාංකය දෝෂය සමඟ ලියා දක්වන්නේ නම් එය ලියන්නේ (4.30± 0.05) V ලෙස ය. දර්ශකය නැවතී ඇත්තේ 4.30 V ට අඩුවෙන් නිසා 4.30 V ට වැඩි අගයක් දෝෂය තුළ සළකන්නේ ඇයි ද කියා ඔබ මගෙන් අසනු ඇත. මෙසේ වන්නේ දර්ශකය 4.3 V ට එහායින් 4.3 ට හා 4.4 ට හරි මැදට මෙහායින් තිබුණේ නම් ඒත් අප කියවන පාඨාංකය 4.3 V වීමය. එබැවින් දර්ශකය 4.25 V සිට 4.35 V දක්වාම වාගේ අප කියවන පාඨාංකය 4.30 V ය. මෙහෙම ගත්තාම කියවීමේ උපරිම දෝෂය 0.1 V (4.25 - 4.35) වන බව ඇත්තය. උපරිම දෝෂය කුඩා ම මිනුමට සමාන ය.

නමුත් උපරිම නිමානිත දෝෂය උපරිම දෝෂය ම නොවේ. නිමානිත යන විශේෂණ පදය ඇත. නිමානනය කරනු ලබන උපරිම දෝෂය 0.1 V නොව 0.05 V ය. ඒ ඇයි? ප්‍රශ්නයේ දී ඇති ආකාරයට දර්ශකය 4.3 V ට ටිකක්

මෙහායින් ඇඳ ඇති විට දර්ශකය 4.3 V ට ටිකක් එහායින් ඇති අවස්ථාවක් ගැන සිතීමට (නිමානනය කිරීමට) අප පෙළඹෙන්නේ නැත. එමනිසා නිමානනය කෙරෙන උපරිම දෝෂය කුඩාම මිනුමෙන් හරි අඩකි. දර්ශකය 4.3 V ට වමෙන් ඇති විට අපගේ බුද්ධියට අනුව නිමානනය වන්නේ මේ දර්ශකය ඇත්තේ 4.2 හා මැද අතර ද නැතිනම් මැද හා 4.3 අතර ද යන්න පමණි. උපරිම නිමානිත දෝෂය යනුවෙන් හැඳින්වෙන්නේ කුමක්දැයි දැන් ඔබට වැටහෙන්නට ඇති.

(ii)



මෙහිදී බොහෝ දරුවන් V අක්ෂය ලකුණු කිරීමේ දී පෙන්වා ඇති වැරැද්ද කර තිබුණි. මෙය සම්පූර්ණයෙන් වැරදි බව ඔබට වැටහී යා යුතුය. මේ දරුවන් කර ගසා ඇත්තේ ප්‍රස්තාර නොඇඳීමේ පාපයට ය. ප්‍රස්තාරයේ මූල ලක්ෂ්‍යය (0,0) ලෙස ප්‍රශ්න පත්‍රයේ සලකුණු කොට ඇත. එය දුන්නේ නැත්නම් ළමයින් එක එක (විවිධ වූ) ක්‍රමාංකනයන් කරනු ඇත. මෙම ක්‍රමාංකනය වැරදිය. ඇයි? මූල ලක්ෂ්‍යයේ හා පළමු ක්‍රමාංකන ලක්ෂ්‍යය අතර පරතරය 1.4 V කි. (1.4 - 0) ඊට පසු එම දුර ම 1.0 V (2.4 - 1.4) ලෙස ක්‍රමාංකනය කොට ඇත. ළමයින් දී ඇති පාඨාංක දිහෑ බලා සිතන්නේ නැතුව ඔහේ ලකුණු කොට ඇත. තිරස් අක්ෂයේ නම් වරදින්නට තිබෙන සම්භාවිතාව අඩුය. එහෙත් පෙන්වා ඇති අයුරින් ක්‍රමාංකනය කොට තිබූ ළමයින් සිටියේ නැත්තේ ද නොවේ.

මෙම ආකාරයෙන් ක්‍රමාංකනය කොට දත්ත ලක්ෂ්‍ය ලකුණු කළ පසු ඇඳෙන සරල රේඛාව මූල ලක්ෂ්‍යය හරහා (ලඟින්) නොයන බව පසක් කර ගත්තේ නම් යම් වැරැද්දක් සිදුවී ඇති බව තීරණය කළ හැක. ප්‍රශ්නයට අනුව $V = IR$, එමනිසා $I = 0$ වන විට $V = 0$ ද විය යුතුය. එමනිසා සෛද්ධාන්තිකව I ඉදිරියෙන් V සරල රේඛාවේ අන්තඃඛණ්ඩයක් තිබිය නොහැක.

නිවැරදිව දත්ත ලක්ෂ්‍ය ලකුණු කොට ඇඳෙන සරල රේඛාවේ ද සුළු අන්තඃඛණ්ඩයක් තිබිය හැක. මේ දත්ත ලක්ෂ්‍යයන්ගේ අදාළ දෝෂ පෙන්වා නැත. වැරදියට ලකුණු කළ දත්ත ලක්ෂ්‍ය යා කළොත් I අක්ෂය මත විශාල අන්තඃඛණ්ඩයක් ලැබේ.නිවැරදි ඒකක සමඟ අක්ෂ නම් කිරීමට අමතක නොකළ යුතුය.

(f) වෝල්ට්මීටරයට අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් (R_i) ඇත්නම් හා එය මනිනු ලබන R ප්‍රතිරෝධය හා ඉතා විශාල නොවේ නම් වෝල්ට්මීටරයෙන් මැනෙන්නේ R හා R_i හි සමක ප්‍රතිරෝධය හරහා විභව බැස්මයි. මේ කරුණ කිහිප විටක් ම පරීක්ෂා කොට ඇත. වෝල්ට්මීටරයේ ප්‍රතිරෝධය, R සමඟ සංසන්දනය කරන විට ඉතා විශාල නම් වෝල්ට්මීටරයෙන් මැනෙන්නේ R හරහා ඇති විභව අන්තරයය. දී ඇති වෝල්ට්මීටරයේ $R_i = 5000\ \Omega$ නිසා පරීක්ෂණයෙන් ලැබී ඇත්තේ R හි අගය නොව R, සහ R_i හි සමාන්තරගත සමකයේ ප්‍රතිරෝධයයි. එමනිසා $\frac{1}{480} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_i}$ විය යුතුය.

මෙමගින් R හි සත්‍ය අගය ගණනය කළ හැක. R හි අවසාන අගය සඳහා ලකුණු දී නොමැති නිසා එමගින් දරුවන්ට වාසියක් අත්වේ. සමාන්තරගත සමකය නිසා මැනෙන අගය සත්‍ය අගයට වඩා අඩු විය යුතුය.

සමහර දරුවන් R සඳහා 480 Ω යොදා සමක ප්‍රතිරෝධය ගණනය කොට තිබුණි. පරීක්ෂණයෙන් ලැබෙන්නේ සමක ප්‍රතිරෝධයේ අගයයි. ඒ වෝල්ට්මීටරයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය R සමඟ සමාන්තරගත වන බැවිනි.

5. (a) පුද්ගලයකු ඇවිදින විට පියවර මාරු කිරීමේ දී, එක් අවස්ථාවක දී, පුද්ගලයාගේ මුළු ශරීර බරම (1) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි එක් පාදයක් මගින් පමණක් දරා ගනී. මෙම පාදයේ අදාළ අස්ථි ව්‍යුහයේ ඉදිරිපස පෙනුම (2) රූපයේ පෙන්වා ඇති අතර, අනුරූප පාදය මත ක්‍රියා කරන සියලු ම බල දැක්වෙන සරල කරන ලද නිදහස් බල සටහන (3) රූපයේ දැක්වේ. (3) රූපයේ දක්වා ඇති සියලු ම බල සහ ශරීරයේ බර එක ම සිරස් තලයක ක්‍රියා කරන අතර මෙම අවස්ථාව සඳහා පාදය සහ පොළොව අතර ඝර්ෂණ බලය නොසලකා හැරිය හැකි ය.


(1) රූපය

මෙහි; F_M = M පේශී සමූහය මගින් පාදය මත ඇති කරන සම්ප්‍රයුක්ත බලය

F_S = උකුළු කුහරය (S) මගින් පාදය මත යෙදෙන බලය

W_L = පාදයේ බර

R = පොළොව මගින් පාදය මත ඇති කරන ප්‍රතික්‍රියා බලය

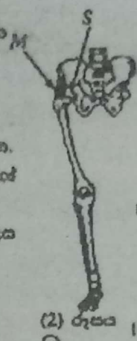
(i) පුද්ගලයාගේ බර W නම්, R ප්‍රතික්‍රියා බලය, W ඇසුරෙන් ප්‍රකාශ කරන්න.

(ii) සාමාන්‍යයෙන් $W_L = 0.2W$ වේ. P ලක්ෂ්‍යය වටා ඝූර්ණ ගැනීමෙන් හෝ වෙනත් ක්‍රමයකින්, F_S, θ_S සහ W අතර සම්බන්ධතාවක් ලබා ගන්න.

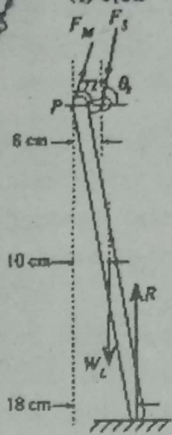
(iii) W ඇසුරෙන් F_M සොයන්න ($\sin 72^\circ = 0.9$ සහ $\cos 72^\circ = 0.3$ ලෙස ගන්න).

(iv) θ_S හි අගය සොයන්න.

(v) W ඇසුරෙන් F_S සොයන්න (මෙම ගණනය සඳහා පමණක් ඔබට $\sin\theta_S = 1$ ලෙස ගත හැකි ය.)



(2) රූපය



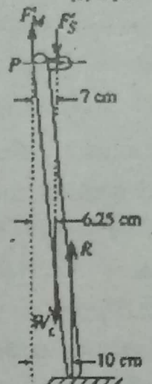
(3) රූපය

(b) උකුළු සන්ධියක් ආබාධයකට ලක්ව ඇති පුද්ගලයකු ඇවිදින විට ඔහු ආබාධිත සන්ධියට සම්බන්ධ පාදය මත සිට ගැනීමේ දී ආබාධය සහිත පැත්තට ඇල වී ශරීරය ගැසීමට පෙළඹේ [(4) රූපය බලන්න]. එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ශරීරයේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය ආබාධිත උකුළු සන්ධිය පැත්තට විස්ථාපනය වන අතර F_M සිරස් ව ඉහළ දිශාවට ක්‍රියා කරයි. මෙම අවස්ථාවේ දී පාදය සඳහා නිදහස් බල සටහන (5) රූපයේ පෙන්වා ඇති අතර F_M සහ F_S ට අදාළ බල පිළිවෙළින් F_M' සහ F_S' ලෙස දක්වා ඇත.


(4) රූපය

(i) මෙම අවස්ථාව සඳහා F_S' බලය W ඇසුරෙන් සොයන්න.

(ii) ඉහත (b) හි දී විස්තර කෙරෙන හේතුව නිසා පුද්ගලයාගේ ශරීර ගැසීමේ ප්‍රතිඵලයක් ලෙස F_S බලයේ විශාලත්වයේ සිදු වන අඩු වීම ප්‍රතිශතයක් ලෙස ගණනය කරන්න.



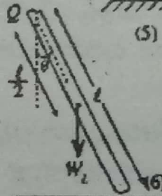
(5) රූපය

(c) ඇවිදීමේ ක්‍රියාවලියේ දී එක් පාදයක් පොළොව මත තිබෙන අතරතුර දී අනෙක් පාදය උකුළු සන්ධිය වටා චලනය වේ. මෙම චලිතය (6) රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට එක් කෙළවරක දී නිදහසේ අසව් කරන ලද දණ්ඩක සිදු වන දෝලන චලිතයක් ලෙස සැලකිය හැකි ය. මෙහි දී පාදය ℓ දිගකින් යුත් ඒකාකාර දණ්ඩක් ලෙස සලකනු ලැබේ.

(i) Q ලක්ෂ්‍යය හරහා ලම්බක අක්ෂය වටා දණ්ඩේ අවස්ථිති ඝූර්ණය I නම් (6) රූපයේ දැක්වෙන පිහිටීමේ දී දණ්ඩේ කෝණික ත්වරණය α සඳහා ප්‍රකාශනයක් ℓ, θ, W_L සහ I ඇසුරෙන් ලබා ගන්න.

(ii) දණ්ඩේ දෝලන කාලාවර්තය T යන්න $T = 2\pi\sqrt{\frac{\theta}{\alpha}}$ මගින් ලබා දිය හැකි අතර ℓ දිගැති ඒකාකාර දණ්ඩක් සඳහා $T = 2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$ බව පෙන්විය හැකි ය. පාදයක දිග 0.9 m වන පුද්ගලයකුට අනුරූප T හි අගය ගණනය කරන්න. $\pi = 3$ සහ $\sqrt{0.06} = 0.25$ ලෙස ගන්න.

(iii) පුද්ගලයකුට ඇවිදීම සඳහා ඉතා ම පහසු වේගය වන්නේ පාදවල දෝලන කාලාවර්තය ඉහත (c)(ii) හි ලබා ගත් දෝලන කාලාවර්තයට සමාන වූ විට ලැබෙන වේගය වේ. 0.9 m ක දිගකින් යුත් පාද සහිත පුද්ගලයකු ඇවිදින විට ඔහුගේ එක් පාදයක් පොළොව ස්පර්ශ කරන අනුයාත ස්ථාන දෙකක් අතර දුර 0.9 m වේ. ඔහුට අදාළ වඩාත් ම පහසු වේගය ගණනය කරන්න.



(6) රූපය

(a) (i) $R = W$

(ii) P ලක්ෂ්‍යය වටා ඝූර්ණ ගැනීමෙන්, $10W_L + 8F_S\sin\theta_S - 18R = 0$

$R = W$ සහ $W_L = 0.2W$, ආදේශ කිරීමෙන්

$2W + 8F_S\sin\theta_S - 18W = 0 \quad \Rightarrow F_S\sin\theta_S = 2W \quad ....(1)$

$[F_S = \frac{0.8W}{\sin\theta_S - 3\cos\theta_S}$ හෝ වෙනත් නිවැරදි ප්‍රකාශනයක් දියහැක]

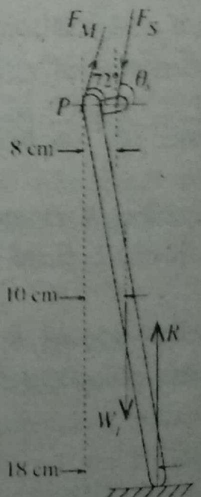


Figure (3)

(iii) සිරස් දිශාව ඔස්සේ බල විභේදනය කිරීමෙන්,

$F_M\sin 72^o + R - F_S\sin\theta_S - W_L = 0$

R, $F_S\sin\theta_S$ සහ W_L සඳහා ආදේශ කිරීමෙන්, $F_M\sin 72^o + W - 2W - 0.2W = 0$

$F_M\sin 72^o = 1.2W \Rightarrow F_M = \frac{4W}{3} \Rightarrow F_M = 1.33W$

(iv) තිරස් දිශාව ඔස්සේ බලවිභේදනය කිරීමෙන්, $F_M\cos 72^o = F_S\cos\theta_S ....(2)$

$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \tan\theta_S = \frac{2W}{F_M \cos 72^0} = \frac{2W}{1.33W \times 0.3} = 5 \;\; ; \;\; \theta_S = 78^\circ 41' \;\; (78^\circ 40' - 78^\circ 42')$

(v) $F_S = 2W \quad (1.96W - 2.00W)$

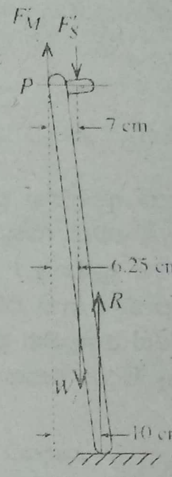


Figure (5)

(b) (i) P ලක්ෂ්‍යය වටා ඝූර්ණ ගැනීමෙන්, $7F_S^{/} + 6.25W_L - 10R = 0$

$7F_S^{/} + 6.25 \times 0.2W - 10W = 0 \Rightarrow 7F_S^{/} = 8.75W \Rightarrow F_S^{/} = 1.25W$

(ii) F_S බලයේ විශාලත්වයේ ප්‍රතිශත අඩුවීම $= \frac{2W - 1.25W}{2W} \times 100\%$

$= 37.5\%$ (36.20% -37.50%)

(c) (i) $\tau = I\alpha = W_L \times \frac{\ell}{2}\sin\theta \Rightarrow \alpha = \frac{W_L \ell \sin\theta}{2I}$ හෝ $\alpha = \frac{0.1W\ell\sin\theta}{I}$

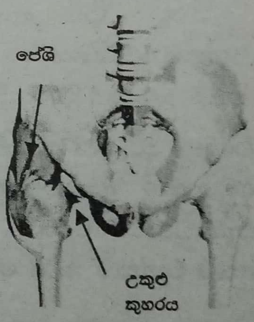
(ii) $T = 2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{3g}} = 2\pi\sqrt{\frac{2\times0.9}{3\times10}} = 2 \times 3 \times \sqrt{0.06}$ s

$T = 1.5$ s ($\pi = 3.14$ ලෙස ගෙන ඇත්නම් $T = 1.57$ s)

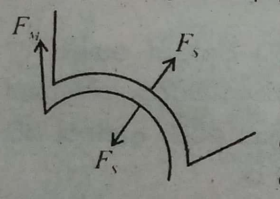
(iii) පුද්ගලයා සඳහා වඩාත් පහසු වේගය $= \frac{0.9}{1.5}$ (0.9 m යෑමට ගතවන කාලය T ලෙස හඳුනා ගත යුතුය)

$= 0.6$ m s^{-1}($\pi = 3.14$ ලෙස ගෙන ඇත්නම් පිළිතුර 0.57 m s^{-1})

(a) මෙහි කෝණ, බල සහ පුංචි දුරවල් දැක්කම බය හිතෙන ගානක් වුවද ඇත්තේ ඝූර්ණ ගැනීම සහ බල විභේදනය පමණි. සියලුම බල ඒවායේ දිශා සමඟින් හා අවශ්‍ය දුරවල් සියල්ලම ද ප්‍රශ්නයේ දී ඇත. ශරීරයේ කොටසකට අදාළ ක්‍රියාකරන බල හා සම්බන්ධ කොට සම්පූර්ණ ප්‍රශ්නයක් දුන් ප්‍රථම අවස්ථාව මෙයයි. මේ ආකාරයේ ගැටලුවල අදාළ ශරීරයේ කොටස වෙනම ම සලකා ඒ මත ක්‍රියා කරන බල ඒවායේ දිශා සමඟින් දෙනු ලැබේ. එය එම කොටසට අදාළ නිදහස් බල රූප සටහන වේ. බල ටික ඇඳ දුන්නේ නැති නම් මෙම ගැටළුව ගොඩ දැමීම අසීරු ය. නිදහස් බල රූප සටහන දෙන නිසා ඉතිරිය ඇත්තේ යම් පහසු හා අදාළ ලක්ෂ්‍යයක් වටා ඝූර්ණ ගැනීම හා බල තිරසට හා සිරසට විභේදනය කිරීම පමණි. වෙන කරන්නට දෙයක් (ගණිතය හැර) නැත.

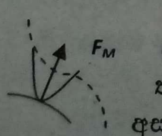


මෙහි බල ඇඳ ඇත්තේ පොළොවේ ස්පර්ශවන පාදයේ ය. ශරීර කොටස් චලනය කිරීමට, කරකැවීමට ආදී සියලු චලිතයන් සඳහා අවශ්‍ය අභ්‍යන්තර බල සපයන්නේ ජේශි



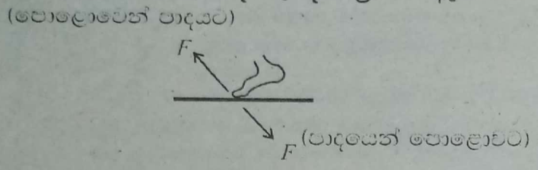
(muscles) මගිනි. ජේශි සංකෝචනය වීමට හා ඉහිල් වීමට හැකිය. අදාළ පාදය මත ක්‍රියා කරන බල ඇඳීමට නම් පාදය උකුළු කුහරයෙන් ගලවා අදාළ ***M*** ජේශි සමූහය (මැදින් හෝ යටින්) කැපිය යුතුය. (සෛද්ධාන්තිකව - ප්‍රායෝගිකව නම් නොවේ.) නිදහස් බල සටහන ඇඳීමට නම් අදාළ කෙනා ප්‍රථමයෙන් නිදහස් කර ගත යුතුය. පාදය මත ක්‍රියා කරන පාදයේ බර සහ පොළොවෙන් ක්‍රියාකරන ප්‍රතික්‍රියා බලය ඇඳීම පහසුය. පාදය නිදහස් කර ගත් පසු ඇඳෙන අනෙක් බල දෙක වන්නේ උකුළු කුහරයෙන් ඇතිවන ප්‍රතික්‍රියාව සහ ජේශිවල ආතතියයි. වමෙන් ඇඳ ඇති රූපයෙන් මං එම බල පෙන්වා ඇත. උකුල මගින් පාදයේ ඉහළ කෙළවරටත් පාදයේ ඉහළ කෙළවර මඟින් උකුලටත් සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ ප්‍රතික්‍රියා බල ***(F_s)*** ක්‍රියා කරයි.

අප සලකන්නේ පාදය මත ක්‍රියාකරන බල නිසා උකුලෙන් පාදයට ක්‍රියාකරන බලය පහළ - දිශාවට වේ. ජේශිවල ඇත්තේ ප්‍රත්‍යස්ථ තන්තුවක මෙන් ආතති බලයි. එමනිසා ජේශිය මඟින් පාදය මත ක්‍රියාකරන බලය උඩ පැත්තට විය යුතුය. කොහොමටත් ජේශි මඟින් අස්ථි කොටස් රඳවා ගත යුතුය.



ප්‍රත්‍යස්ථ තන්තුවකින් එල්වා ඇති වස්තුවක් ගැන සිතන්න. වස්තුවෙන් තන්තුවට පහළටත් තන්තුවෙන් වස්තුවට ඉහළටත් සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ (ආතති) බල ක්‍රියා කරයි. එලෙසම ජේශියෙන් අස්ථියට ඉහළටත් අස්ථියෙන් ජේශියට පහළටත් සමාන හා ප්‍රතිවිරුද්ධ බල ක්‍රියා කරයි. අප සලකන්නේ පාදය මත ක්‍රියා කරන බල පමණි. ජේශිය මත ක්‍රියා කරන බලය නොවේ.

දැන් ඔබට F_M සහ F_S බලවල දිශා ගැන වැටහෙනු ඇත. දිශා ඇඳ ඇති නිසා ඔබ මේ ගැන සිතිය යුතු නැත. ප්‍රශ්නය මුල් කොටසේම පාදය සහ පොළොව අතර ඇති ඝර්ෂණ බලය නොසළකා හැරිය හැක කියා ප්‍රකාශයක් කර ඇත. මේ පිළිබඳ වැරදි චිත්‍රයක් ඇති වීමට ඉඩකඩ ඇති නිසා යමක් ප්‍රකාශ කරන්නම්.



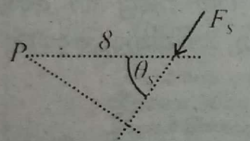
ඇවිදීමට අවශ්‍ය බලය ලබා ගන්නේ පාදවලින් පොළොව තෙරපාය. රූපය බලන්න. මේ සඳහා පාදය වලලු කරෙන් ඔසවා ඇඟිලිවලින් පොළොව තෙරපිය යුතුය. F බලයේ තිරස් සංරචකය හෙවත් ඝර්ෂණ බලය අපව ඉදිරියට ඇදී යාමට උදව් වේ. F බලයේ සිරස් සංරචකය පොළොවෙන් ඇති අභිලම්භ ප්‍රතික්‍රියාවයි. තවමත් සමහරු මෙම F බලයේ තිරස් සංරචකය ඝර්ෂණ බලය ලෙස හැඳින්වීමට මැළි වෙති. (බහුවරණ 38 ප්‍රශ්නය)

මෙම ප්‍රශ්නයේ සලකා ඇත්තේ අදාළ පාදය මුළුමණින් පොළොව හා ස්පර්ශ වී අවස්ථාව ය. අනෙක් පාදය පෙන්වා ඇති පරිදි පොළොව තෙරපා ඉනික්බිතිව ඉහළට එසවී ඇත. එමනිසා අදාළ පාදය මත ක්‍රියා කරන්නේ සිරස් අභිලම්භ ප්‍රතික්‍රියාව පමණි. ඝර්ෂණ බලයක් නෑ කියා කියන්නේ පාදයේ පතුළ මත තිරස් බලයක් (ඉදිරියට) නෑ කියන එකය. නැතුව මෙහිදී කතා කරන්නේ චලිතයට විරුද්ධව ක්‍රියා කරන ඝර්ෂණ බලයක් ගැන නොවේ.

පාදයට සම්බන්ධ තවත් පේශි ඇත. පාදයේ ඉහළ කොටසේ, දණහිසේ පහළ කොටසේ, වළලුකර අවට පේශි ඇත. මේ පේශිවල ඇති ආතති ගණනයට ඇතුළත් නොවේ. එම පේශි පාදය සමග මුලුමණින් ම සලකන නිසා ඒවාහි හට ගන්නා ආතති එකිනෙකින් නිෂේධනය වේ. (*cancel* වේ)

(a) (i) ශරීරයේ මුළු බරම එක් පාදයක් දරා ගනී. එමනිසා මුළු ශරීරයම සැලකූ විට $R = W$ වේ. සමහර දරුවන් $2R = W$ ලෙස ගෙන තිබුණි. පුද්ගලයාගේ මුළු ශරීර බරම එක් පාදයක් මගින් පමණක් දරා ගනී කියා ප්‍රශ්නයේ පැහැදිලිව සඳහන් කොට ඇත.

(ii) P ලක්ෂ්‍යය වටා ඝූර්ණ ගන්න කියා සඳහන්ව ඇත. ඉතින් වෙන ක්‍රමවලට යන්න එපා. F_M වලින් ඝූර්ණයක් ඇති නොවේ. P ලක්ෂ්‍යයෙන් ඝූර්ණ ගන්නේ F_M අතහැර දැමීමට ය. එවිට කෙළින් ම F_S පමණක් ම ලැබේ. R සහ W_L හි ක්‍රියා රේඛාවල සිට P ලක්ෂ්‍යයට ඇති දුර රූපයේ ම සටහන් කොට ඇත. F_S හි ක්‍රියා රේඛාවට P හි සිට දුර ලබා ගැනීමට ක්‍රම දෙකක් ඇත. එකක් නම් F_S තිරසට සහ සිරසට විභේදනය කිරීමයි. එවිට $F_S \cos\theta_S$ ගෙන් P වටා ඝූර්ණයක් හට නොගනී. එම සංරචකය P හරහා යයි. එමනිසා ඝූර්ණයක් ඇති වන්නේ $F_S \sin\theta_S$ ගෙන් පමණි. එය $F_S \sin\theta_S \times 8$ වේ. අනෙක් ක්‍රමය නම් P ලක්ෂ්‍යයේ සිට F_S හි ක්‍රියා රේඛාවට ලම්බකයක් ඇඳීම ය. එම ලම්බක දුර $8 \sin\theta_S$ වේ.



සමහර දරුවන් නිකම්ම F_S , 8 න් ගුණ කොට තිබුණි. එවිට θ_S ප්‍රකාශනයට සම්බන්ධ වන්නේ කෙසේ ද? අඩුගානේ θ_S සලකුණු කොට ඇති හේතුවවත් වටහා ගත යුතුය. ඝූර්ණ ගැනීමේ දී දිශාවන් වරද්දා ගත්තොත් වැඩ වරදී. P වටා F_S හා W_L ගෙන් හට ගැනෙන ඝූර්ණ දක්ෂිණාවර්තය. බල දෙකේම ක්‍රියා රේඛා ඇත්තේ යටි අතට වන්නට ය. R ගෙන් හට ගැනෙන ඝූර්ණය වාමාවර්තය. R ක්‍රියා කරන්නේ උඩු අතට ය.

(iii) දැන් F_M සෙවීම සඳහා සිරස් දිශාව ඔස්සේ බල සංතුලනය කරන්න. සිරස් දිශාවට බල විභේදනය කරන්නට ඕන බව තීරණය කරන්නේ කෙස් ද? P ලක්ෂ්‍යය වටා ඝූර්ණ ගත් පසු ඉතිරි දෑ සෙවීමට බල සිරස් ව හා තිරස් ව විභේදනය කළයුතු බවට තීරණය කළ හැක. F_M සෙවීම සඳහා F_S හි බල රේඛාව තිරස් රේඛාව හමුවන ලක්ෂ්‍යය වටා ඝූර්ණ ගන්නට ඔබට සිතෙන්නට පුළුවන. ඇත්තෙන් ම එමඟිනුත් F_M සෙවිය හැක.

$$F_M\, 8\sin72^o + W_L \times 2 = R \times 10 \quad (10\text{ cm} - 8\text{ cm} = 2\text{ cm}\ ;\ 18\text{ cm} - 8\text{ cm} = 10\text{ cm})$$

$$F_M\, 8\sin72^o + 0.2W \times 2 = 10W$$

$$F_M\, 8\sin72^o = 9.6\,W \quad \Rightarrow F_M\ \sin72^o = 1.2W$$

නමුත් බල විභේදනයෙන් F_M හොයන්න තීරණය කළොත් තිරස් විභේදනයෙන් F_M එකවිට ම සෙවිය නොහැකි බව ඔබට තේරුම් යා යුතුය.

$$F_M\ \cos72^o = F_s\ \cos\theta_S$$

මෙහි F_S හා θ_S දන්නේ නැත. නමුත් සිරස් විභේදනයේ දී $F_S \sin\theta_S$ ලැබෙන නිසා (ii) කොටසින් $F_S \sin\theta_S = 2W$ ලෙස සොයාගෙන ඇති නිසා සිරස් විභේදනයෙන් ලැබෙන $F_S \sin\theta_S$ සඳහා කෙළින් ම W වලින් ආදේශ කළ හැක.

(iv) කෝණය සෙවීම සඳහා විභේදනය පහසුය. $F_s \cos\theta_S = 2W$ { (ii) කොටසින් }

තිරසට විභේදනයෙන් $F_M \cos 72^o = F_s \cos\theta_S$ සමීකරණ දෙක එකිනෙකින් බෙදීමෙන්

$\tan\theta_s = \frac{2W}{F_M \cos 72^o}$ ලැබේ. F_M සොයාගෙන ඇත. $\cos 72^o$ ද ඇත. $\tan^{-1}(5)$ නම් සෙවිය යුතුය. රූපය බැලීමේ දී $\theta_S, 72^o$ ට වඩා ටිකක් වැඩි විය යුතු බව පෙනේ.

P ලක්ෂ්‍යය වටා ඝූර්ණ නොගෙන F_S , θ_S සහ W අතර සම්බන්ධය විභේදනයෙන් පමණක් ද ලබා ගත හැක. සිරසට විභේදනයෙන්

$$F_M \sin 72^o + R - F_s \sin\theta_S - W_L = 0 \Rightarrow F_M \sin 72^o = F_s \sin\theta_S - W + 0.2\,W$$

$$F_M \sin 72^o = F_s \sin\theta_S - 0.8\,W \text{ ------- (A)}$$

තිරසට විභේදනයෙන් $F_M \cos 72^o = F_s \cos\theta_S$ ------- (B)

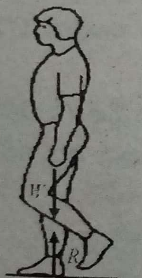
$$\frac{(A)}{(B)} \quad \frac{\sin 72^o}{\cos 72^o} = \frac{F_s \sin\theta_S - 0.8\,W}{F_s \cos\theta_S} \quad \Rightarrow \quad \frac{0.9}{0.3} = 3 = \frac{F_s \sin\theta_S - 0.8\,W}{F_s \cos\theta_S}$$

මෙමඟින් $F_s = \frac{0.8\,W}{\sin\theta_S - 3\cos\theta_S}$ ලැබේ.

මෙවැනි ගැටලුවලදී ඔබ දැන ගත යුතු තවත් වැදගත් කරුණක් ඇත. නොදන්නා රාශි 3 ක් (F_S, F_M, θ_S) ඇත. එමනිසා විභේදනයෙන් පමණක් ඔබට ගොඩ යා නොහැක. සමීකරණ 3 ක් අත්‍යවශ්‍යය. ඉතිරි සමීකරණය සඳහා ඝූර්ණයක් ගත යුතුමය. එයින් පැන යා නොහැක. (ii) කොටසේම P වටා ඝූර්ණ ගන්න කියා ඇත්තේ ඔබට පහසු කරන්නට ය.

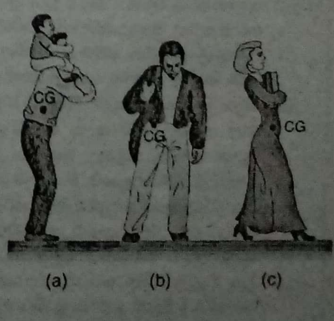
(v) මෙය අසා ඇත්තේ *(b)* (ii) කොටසේ ගණිතය පහසු කරන්නට ය.

(b) (i) නැවතත් නිදහස් බල සටහන ඇඳ ඇත. ඉතින් තව මොනවා ද? F'_s සෙවීම සඳහා P ලක්ෂ්‍යය වටා ඝූර්ණ ගැනීම හැර අන් සරණක් නැත. බල සියල්ලගේම ක්‍රියා රේඛා සිරස් ය. එමනිසා තිරස් අතට බල විභේදනය නිෂේධ වී යයි. සිරස් අතට බල විභේදනය කළ විට නොදන්නා රාශි දෙකක් $(F'_M$ හා $F'_S)$ ඇත.



ශරීරය පෙන්වා ඇති පරිදි ඇල වී ඇති විට අදාළ දුරවල් අඩුවන්නේ ඇයි? ආබාධයකින් තොරව තනි කකුලෙන් හිටගෙන ඉන්න පුද්ගලයෙක් සලකන්න. රූපය බලන්න. එහිදී R ක්‍රියාකරන සිරස් රේඛාව දිගේ පුද්ගලයාගේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය පිහිටිය යුතුය. නැතිනම් සමතුලිතතාවය බිඳේ. මේ අවස්ථාවේ දී සම්පූර්ණ මිනිසා සැළකුව හොත් ඔහු මත ක්‍රියා කරන්නේ R සහ W පමණය. එම නිසා එම බල දෙක එකම ක්‍රියා රේඛාවේ ප්‍රතිවිරුද්ධ අතට ක්‍රියා කළ යුතුය. නැතිනම් R ක්‍රියාකරන යටි පතුලේ ලක්ෂ්‍යය වටා ඝූර්ණ ගත් විට W වලින් ඝූර්ණයක් හට ගෙන මිනිසා පෙරළේ.

දැන් මිනිසා ඇළ වන විට [ප්‍රශ්නයේ (4) රූපය] ගුරුත්ව කේන්ද්‍රයේ පිහිටුම වෙනස් වූවද නැවතත් සමතුලිතතාවය සඳහා පාදයේ පතුල (පොළොවේ ප්‍රතික්‍රියා බලය) බරෙහි ක්‍රියා රේඛාව ඔස්සේ තබා ගත යුතුය. එසේ වීමට නම් පාදයේ පතුල් ප්‍රදේශය පෙර තිබූ ස්ථානයට වඩා ටිකක් වම් පැත්තට විස්ථාපනය කළ යුතුය. එවිට උකුළු සන්ධියට සාපේක්ෂව අදාළ දුරවල් යම් ප්‍රමාණයකින් අඩුවේ. සෑම විටම R සහ W එකම සිරස් රේඛාවේ පිහිටිය යුතුය. බබෙක් හම්බවෙන්න ඉන්න අම්මා කෙනෙක් පසු පසට ඇළ වන්නේත්, දරුවෙක් කර උඩ තියාගෙන යන තාත්ත කෙනෙක් ඉදිරියට ඇළ වන්නේත්, බර පාසල් බෑගයක් පිටේ එල්ලා ගෙන පාසල් යන දරුවෙක් ඉදිරියට ඇළ වන්නේත්, පොත් ගොඩක් ලය මත දරා ගමන් කරන සුරූපි ළඳක් පසු පසට ඇළ වන්නේත් ඇයිදැයි ඔබට වැටහේ.



(ii) නිකම් අංක ගණිතය ය. දැන් F_S බලයත් ඒ වගේම F_M බලයත් යන දෙකම අඩුවේ. දැන් සිරස් දිශාව ඔස්සේ බල විභේදනය කළොත්,

$F'_M + W = F'_S + 0.2\,W \quad \rightarrow \quad F'_M = 0.45\,W$

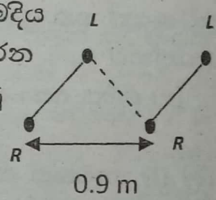
ඇත්තටම විය යුත්තේ ද මෙයයි. ආබාධය ඇති පැත්තේ හැකි තරමින් F_S හා F_M අවම කර ගත යුතුය. F_S වැඩි වනවා කියන්නේ පාදයේ ඉහළ වැඩියෙන් උකුළු කුහරයට තෙරපෙනවා කියන එකය. F_M වැඩිවනවා කියන්නේ පේශිවල ආතතිය වැඩිවනවා කියන එකය. මේ දෙකම වැඩිවීම ආබාධයට හොඳ නැත. ආබාධය නිසා යම් වේදනාවක් දැනේ නම් අවශ්‍ය වන්නේ වේදනාව හැකිතරමින් අඩු කර ගැනීමය. එමනිසා ආබාධයක් ඇතිවිට නිතැතින් ම කොර ගැසීමට අප පෙළඹෙන්නේ ඇයි දැයි ඔබට වැටහේ. මේවා මගේ විවරණයය.

(c) (i) $\tau = I\alpha$ යෙදිය යුතුය. වෙන මොනව යොදන්න ද? ව්‍යාවර්තය ලැබෙන්නේ පාදයේ බරෙහි ඝූර්ණයෙන් පමණි. එමනිසා $\tau = W_L \frac{l}{2} \sin\theta$

(ii) දෝලන කාලාවර්තය T සඳහා ප්‍රකාශනය ඕන නම් ව්‍යුත්පන්න කළ හැක. ඇත්තට ම ඉහත සම්බන්ධතාව ලියන විට ඍණ ලකුණක් එකතු කළ යුතුය. ඒ ඇයි ? ව්‍යාවර්තය නිසා θ සැම විට ම අඩු වීමට පෙළඹේ. සැම විට ම බලන්නේ සමතුලිත පිහිටුම වන සිරස් තලයට පාදය ගෙන ඒමට ය. එමනිසා හරියට ම ඉහත සමීකරණය ලියනවානම්, $I\alpha = -W_L \frac{l}{2} \sin\theta$. පාදය ඒකාකාර දණ්ඩක් ලෙස සලකන නිසා කෙළවරක් වටා දණ්ඩට ලම්බක අක්ෂයක් වටා දණ්ඩේ අවස්ථිති ඝූර්ණය $I = \frac{1}{3} m_L l^2$ වේ. m_L යනු දණ්ඩේ ස්කන්ධයයි. θ කුඩා යැයි සැළකුව හොත් $\sin\theta \approx \theta$ වේ. මේ අනුව, $\frac{1}{3} m_L l^2 \alpha = -\, m_L g \frac{l}{2}\, \theta \quad \Rightarrow \quad \alpha = -\frac{3g}{2l}\,\theta$

මෙම සමීකරණය මගින් සරල අනුවර්තී චලිතයක් නිරූපණය කරයි. මෙය $a = -\omega^2 x$ වැනි සමීකරණයකි. රේඛීය ත්වරණය a වෙනුවට කෝණික ත්වරණය α ද, රේඛීය විස්ථාපනය x වෙනුවට කෝණික විස්ථාපනය θ ද, ඉහත ප්‍රකාශනයේ ඇත. මේ අනුව $\omega = \sqrt{\frac{3g}{2l}}$ බව හඳුනාගත හැක. $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{3g}{2l}}$ ඇත්තේ ආදේශය පමණි. $\pi = 3$ සහ $\sqrt{0.06}$ දී ඇති නිසා සුළු කිරීම පහසුය. සමහර දරුවන් දුන්නත් $\pi = 3$ ලෙස ගන්න අකැමැතිය.

(iii) මෙහිදී යම් මතභේදාත්මක තත්වයක් හට ගැනුණි. වේගය සෙවීම සඳහා 0.9 m බෙදිය යුත්තේ T වලින් ද නැතිනම් $T/2$ න් ද? දී ඇත්තේ එක් පාදයක් පොළොව ස්පර්ශ කරන අනුයාත ස්ථාන දෙකක් අතර දුරයි. රූපය බලන්න. පුද්ගලයාගේ වම් පාදය L ලෙසද දකුණු පාදය R ලෙසද ගනිමු. දැන් වම් පාදය අචලව තබාගනිමින් දකුණු පාදය එක් පියවරක් (0.9 m) ඉදිරියට ගනී. මේ සඳහා ගතවන කාලය $T/2$ බව ඇත්තය. නමුත් පුද්ගලයාගේ ශරීරය දැන් ඇත්තේ කඩ ඉරෙන් පෙන්වා ඇති ස්ථානයේය. ඊළඟ $T/2$ කාල අන්තරයේදී වම් පාදය එක් පියවරක් (0.9 m) ඉදිරියට ගනී. දැන් පුද්ගලයාගේ ශරීරය ආරම්භයේ තිබූ ආකාරයට පත්වී ඇත. පුද්ගලයාගේ වේගය යනු ඔහුගේ ශරීරයේ වේගයයි. එමනිසා ශරීරය සැලකූ විට 0.9 m දුරක් යෑමට ගතවන කාලය $T/2$ නොව T ය. එමනිසා 0.9 m බෙදිය යුත්තේ $T/2$ න් නොව T වලිනි.



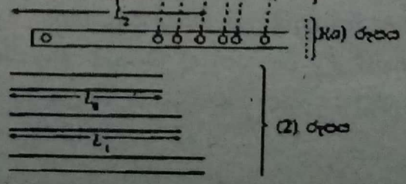
පාද සඳහා මෙහිදී සලකා ඇත්තේ සරළ ආකෘතියකි. පාද ඒකාකාර දඬු නොවේ. සතෙකුගේ පාදයේ දිග (l) වැඩි වන විට පියවර අතර පරතරය වැඩි වේ. නමුත් l වැඩි වන විට T ද වැඩි වේ. T වැඩි වූ විට වේගය අඩු වේ. එමනිසා සතෙකුගේ වේගය සාමාන්‍යයෙන් සමානුපාතික වන්නේ $\sqrt{l}$ ටය. ඇයි?

$$v = \frac{\text{පියවර අතර පරතරය}}{T} \propto \frac{l}{\sqrt{l}} \propto \sqrt{l}$$

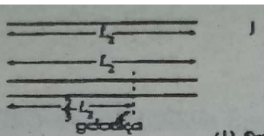
එමනිසා දිගු පාද ඇති අයට ඕන නම් වේගයෙන් යා හැක. නමුත් වේගය යන්නේ l සමඟ නොව $\sqrt{l}$ සමඟය.

6. (a) දෙකෙළවර විවෘත, දිග L වූ නළයකින් නිපදවෙන මූලික විධිය සහ පළමු උපරිතාන අනුනාදී ස්ථාවර තරංග ආකාර වෙන වෙන ම රූපසටහන් මගින් අඳින්න. මූලික විධියට අදාළ රූපසටහනේ නිෂ්පන්ද N ලෙස ද ප්‍රස්පන්ද A ලෙස ද සලකුණු කරන්න. මෙම තරංගවල f සංඛ්‍යාතයන් සඳහා ප්‍රකාශන, L සහ නළය තුළ ධ්වනියේ v වේගය ඇසුරෙන් ලබා ගන්න. ආන්ත ශෝධනයන් නොසලකා හරින්න.

(b) සිදුරු 6 ක සහිත බටනළාවක් 1(a) රූපයේ පෙන්වා ඇත. සරල ආකෘතියකට අනුව මෙම බටනළාව දෙකෙළවර විවෘත නළ කට්ටලයකට තුල්‍ය ලෙස සැලකිය හැක. බටනළාවට තුල්‍ය, විවෘත නළවල අනුරූප සරල දිගවල් 1(b) රූපයේ පෙන්වයි. බටනළාවේ සියලු ම සිදුරු විවෘත කර ඇති විට එය (2) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි දිග L_0 වූ විවෘත නළයකට තුල්‍ය වේ. බටනළාවේ පළමුවන සිදුර වැසූ විට නළයේ තුල්‍ය දිග L_1 බවටත් පළමු සිදුරු 2 ම එක විට වැසූ විට තුල්‍ය දිග L_2 බවටත් යනාදී වශයෙන් පත් වේ. [(2) රූපය බලන්න.] සිදුරු 6 ම වැසූ විට තුල්‍ය දිග L_6 වේ. දෙකෙළවර සහ සිදුරුවල බලපෑම නිසා මෙම සරල දිගවල්, බටනළාවේ නියම දිගවල් වලට වඩා වැඩි වේ.



බටනළාවේ n_1 සහ n_2 ස්වර දෙක ලබා ගැනීම සඳහා ඇඟිලි මගින් සිදුරු වසන ආකාරය සහ ඒවාට අනුරූප මූලික සංඛ්‍යාතයන් (1) වගුවේ පෙන්වා ඇත. නළය තුළ ධ්වනියේ වේගය 340 m s^{-1} වේ. L_6 සහ L_2 හි සරල දිගවල් ගණනය කරන්න.



(3) රූපය

(1) වගුව

ස්වරය	වසන ලද සිදුරු ⊗	මූලික සංඛ්‍යාතය Hz
n_1	⊗ ⊗ ⊗ ⊗⊗ ⊗	262.0
n_2	⊗ ⊗ O OO O	392.0

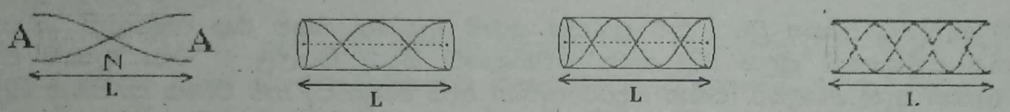
(c) සමහර බටනළාවල සම්මත සිදුරුවලට අමතරව කුඩා සිදුරු කිහිපයක් ඇත. එවැනි කුඩා සිදුරක් විවෘතව ඇති විට බටනළාවෙහි එම සිදුර ඇති ස්ථානයේ ප්‍රස්පන්දයක් නිපදවේ. බටනළාවේ එවැනි කුඩා සිදුරක්, තුල්‍ය විවෘත නළයේ සරල දිග වෙනස් නොකරන නමුත් තුල්‍ය නළයේ උචිත ස්ථානයක ප්‍රස්පන්දයක් නිපදවා එයට අනුකූලව තරංග රටාව විකරණය කරමින් ස්ථාවර තරංගයක් නිපදවයි. අනිකුත් සියලු ● සිදුරු වසා ඇති විට, බටනළාවේ එවැනි විවෘත කුඩා සිදුරක් මගින් දිග L_6 වූ තුල්‍ය විවෘත නළයේ මධ්‍ය ලක්ෂයේ ප්‍රස්පන්දයක් නිපදවයි නම්, නළයේ ඇති විය හැකි පළමු ස්ථාවර තරංග ආකාර දෙක ඇඳ ඒවායේ f සංඛ්‍යාතයන් සඳහා v සහ L_6 ඇසුරෙන් ප්‍රකාශන ලබා ගන්න.

(d) (i) ඉහත (c) කොටසේ පළමු ස්ථාවර තරංග ආකාර හතර සඳහා සංඛ්‍යාතයන්, v සහ L_6 පදවලින් ලියා දක්වන්න.

(ii) L_6 දිග ඉහත (a) හි සඳහන් කළ විවෘත නළයේ L දිගට සමාන යැයි උපකල්පනය කරමින්, (d)(i) කොටසේ දී ඔබ ලබා ගත් සංඛ්‍යාත (a) කොටසේ ඔබ ලබා ගත් සංඛ්‍යාත සමඟ සංසන්දනය කර එමගින් (c) කොටසේ සඳහන් කළ පරිදි කුඩා සිදුරක් තිබීමෙන් ඇතිවන බලපෑම පිළිබඳ අදහස් දක්වන්න.

(e) බටනළාවේ පළමුවන සම්මත සිදුරට වම් පසින් පිහිටා ඇති විවෘත කුඩා සිදුරක් නිසා (3) රූපයෙහි පෙන්වා ඇති පරිදි තුල්‍ය විවෘත නළයේ $\frac{2}{3}L_2$ දුරකින් ප්‍රස්පන්දයක් නිපදවේ. කුඩා සිදුර විවෘත ව තිබිය දී බටනළාව වාදනය කළ විට තුල්‍ය විවෘත නළයේ ඇතිවන පළමුවන ස්ථාවර තරංග ආකාරය ඇඳ (මූලික සංඛ්‍යාතයට අනුරූප), එහි සංඛ්‍යාතය ගණනය කරන්න.

(*a*)



$L = \lambda/2$ $\quad L = \lambda$ $\quad L = \frac{3}{2}\lambda$ $\quad L = \frac{4}{2}\lambda = 2\lambda$

$f_0 = \frac{v}{2L}$ $\quad f_1 = \frac{v}{L}$ $\quad f_2 = \frac{3v}{2L}$ $\quad f_3 = \frac{4v}{2L} = \frac{2v}{L}$

නිවැරදි ස්ථාවර තරංග රටා ඇඳ මූලික විධිය මත නිෂ්පන්දය සහ ප්‍රස්පන්ද ලකුණු කළ යුතුය. තරංග රටා පුඩුවල ප්‍රමාණයේ ඒකාකාර බව නොසලකා හැරිය හැක. නිෂ්පන්ද සහ ප්‍රස්පන්ද සංඛ්‍යාව නිවැරදිව තිබිය යුතුය. සංඛ්‍යාත සඳහා ප්‍රකාශන හතරම නිවැරදි විය යුතු අතර යටත් පිරිසෙයින් එක් විධියකට අදාලව වත් L සහ λ අතර සම්බන්ධතාව නිවැරදි විය යුතුය.

(*b*) $f_0 = \frac{v}{2L}$; $L_6 = \frac{340}{2 \times 262}$ $\Rightarrow L_6 = 0.6489$ m $= (6.49 \pm 0.01)10^{-1}$ m

$L_2 = \frac{340}{2 \times 392}$ $= 0.4337$ m $= (4.34 \pm 0.01)10^{-1}$ m

(*c*)

$L_6 = \lambda$ $\qquad L_6 = 2\lambda$

$f' = \frac{v}{L_6}$ $\qquad f'' = \frac{2v}{L_6}$

ස්ථාවර තරංග ආකාර ඇඳීම සහ සංඛ්‍යාත සඳහා නිවැරදි ප්‍රකාශන ලිවිය යුතුය

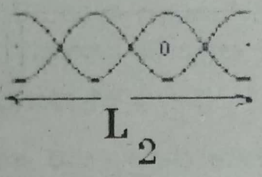
(*d*) (i) (*c*) කොටසේ පළමු ස්ථාවර තරංග ආකාර හතර සඳහා සංඛ්‍යාත

$\frac{v}{L_6}$, $\frac{2v}{L_6}$, $\frac{3v}{L_6}$, $\frac{4v}{L_6}$ [මෙම සංඛ්‍යාත පළමු විධියේ සංඛ්‍යාතයෙහි නිඛිල (පූර්ණ සංඛ්‍යා) ගුණාකාර ලෙසද දැක්විය හැකිය. එසේම ඉහත පද L_6 වෙනුවට L ඇසුරෙන්ද දැක්විය හැක)

(ii) ඉහත (*a*) කොටසේ පළමු ස්ථාවර තරංග ආකාර හතර සඳහා සංඛ්‍යාත

$\frac{v}{2L_6}$, $\frac{2v}{2L_6}$, $\frac{3v}{2L_6}$, $\frac{4v}{2L_6}$(මෙම පළමු විධියේ සංඛ්‍යාතයෙහි නිඛිල ගුණාකාර ලද ලෙසද දැක්විය හැක හැකිය. එසේම ඉහත පද L_6 වෙනුවට L ඇසුරෙන්ද දැක්විය හැක)

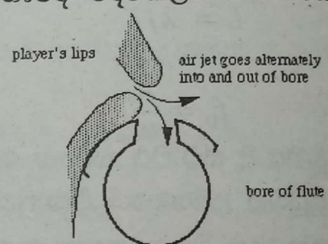
කුඩා සිදුරක් ඇති කිරීම මගින් විවෘත නලයේ පළමු (1^{st}), තෙවැනි (3^{rd}), පස්වෙනි (5^{st}) (හෝ ඔත්තේ) ප්‍රසංවාද ඉවත් කෙරේ (හෝ සෘණාත්මක ප්‍රකාශයක්) හෝ (c) කොටසේ සංඛ්‍යාත සැමවිටම 2 ×(a) කොටසේ අනුරූප සංඛ්‍යාතවලට සමාන වේ. ඉහත දක්වා ඇති පරිදි සංසන්දනයක් සහ සංසන්දනය කිරීමෙන් ලැබෙන අදහසත් ලිවිය යුතුය.



(e) $L_2 = \frac{3}{2}\lambda, \therefore\ f_2 = \frac{3v}{2L_2} \Rightarrow f_2 = \frac{3 \times 340}{2\times 0.4337}$

$= 1175.9$ Hz (1172 – 1178 Hz)

ටිකක් කියවා තේරුම් ගැනීමට අවශ්‍ය වුවත් මුළු ප්‍රශ්නය පුරාම ඇත්තේ එකම එක තේමාවකි. බටනළාවක් දෙකෙළවර විවෘත නළ සමූහයකට තුල්‍ය කළ හැක. බටනළාවේ සිදුරු සියල්ල ම වසා ඇතැයි සිතන්න. බටනළාවේ පසු පස ඇතින් ඇති කෙළවර (පිඹින සිදුරට ඇතින් ඇති කෙළවර) නම් විවෘත ය. පිඹින සිදුර (මුව දොර) සමීපයේ ඇති කෙළවර වැහිලා ය. (සංවෘතය) එසේනම් බටනළාව කොහොමද දෙකෙළවරම විවෘත නළයක් වන්නේ? බටනළාව භාවිත කරනවිට ප්‍රායෝගිකව නළයේ අනෙක් කෙළවර වන්නේ පිඹින සිදුර ඇති ස්ථානයය. යමෙකු බටනළාව තුළට පිඹින ආකාරය රූපයේ පෙන්වා ඇත. පිඹින්නාගේ යටි තොළ පිඹින සිදුරේ කෙළවරක තැබුවත් සිදුරේ වැඩි ප්‍රමාණයක් වායුගෝලයට නිරාවරණය වී ඇත. එමනිසා නළාවේ ඈත කෙළවර මෙන්ම පිඹින කෙළවර ද වායුගෝලයට නිරාවරණය වී ඇතැයි සැලකිය හැක. සාමාන්‍යයෙන් මිනිසකුගේ මුඛය තුළින් එළියට එන වාතයේ පීඩනය වායුගෝලීය පීඩනයට වඩා **1 kPa** පමණ ප්‍රමාණයකින් වැඩිය. වායුගෝලීය පීඩනය **100 kPa** වේ. එබැවින් පිඹින කෙළවර ඇත්තේ වායුගෝලීය පීඩනයේ ම වාගේය. එනම් මුළු පීඩනය ආසන්න වශයෙන් වායුගෝලීය පීඩනයට සමානය. එනම් ධ්වනි පීඩනය ***(acoustic pressure)*** හෙවත් ධ්වනි තරංගය නිසා සිදු වන පීඩන විචලනය ශුන්‍ය වේ. එමනිසා පිඹින කෙළවර හා ඈත කෙළවර යන දෙකේම පීඩන නිෂ්පන්දයක් (විස්ථාපන ප්‍රස්පන්දයක්) ඇතිවේ. අඳින්නට කියා ඇත්තේ විස්ථාපන ප්‍රස්පන්ද හා විස්ථාපන නිෂ්පන්දය.



සිදුරක් විවෘත කළ විට සිදුවන්නේ එතැනින් වාතය වායුගෝලයට *leak* වීමය. උදාහරණයක් වශයෙන් ඈතින් ම ඇති සිදුර පමණක් විවෘත කළ විට සිදු වන්නේ නළාවේ කෙළවර තිබූ පීඩන නිෂ්පන්දය (විස්ථාපන ප්‍රස්පන්දය) විවෘත වූ මේ සිදුර ගාවට ගෙන ඒම ය. ඇයි? එතැන පීඩනය වායුගෝලීය පීඩනය වෙනවානේ. මෙම සිදුවීම හරියට විද්‍යුත් පරිපථයක් ලුහුවත් කළා වැනිය. හුළං යන්න කෙටි පාරක් හදා දෙනවානේ. මෙයින් වන්නේ බටනළාව කෙටි කළාක් වැනි වැඩක්ය.
මෙය පැහැදිලිව ප්‍රශ්නයේ විස්තර කොට ඇත. විස්තර කොට ඇත්තේ පිඹින පැත්තේ සිට ය. බටනළාවේ සියළු ම සිදුරු විවෘත කර ඇති විට වැදගත් වන්නේ පිඹින පැත්තේ සිට ඇරී ඇති පළමු සිදුර ය. පළමු හිළෙන් ම හුළං ගිය පසු අනෙක් හිල් ගැන වෙහෙසෙන්නේ ඇයි?
විවෘත කෙළවරක හරියට ම විස්ථාපන ප්‍රස්පන්දය නළයේ භෞතික කෙළවරේ නොහැදෙන බව ඔබ දන්නා කරුණකි. පීඩන විචලනය ශුන්‍ය වන්නේ කෙළවරින් ටිකක් ඈතින් ය. ආන්ත ශෝධනය *(e)* කියන්නේ මෙම සුළු වෙනසටය. $e = 0.6\,r$. මෙහි r යනු නළයේ අරයයි.

(a) Theory ය. රටා ඇඳ අදාළ සංඛ්‍යාත සඳහා ප්‍රකාශන v සහ L මඟින් ලිවිය යුතුය. මූලික තානයේ ඇත්තේ එක් විස්ථාපන නිෂ්පන්දයකි. පළමු උපරිතානයේ නිෂ්පන්ද දෙකකි, යනාදී වශයෙන් වේ. මූලික තානය ඇසුරෙන් අනෙක් උපරිතානවල සංඛ්‍යාත යන්නේ f_o , $2f_o$, $3f_o$, $4f_o$ ...... වශයෙනි.

(b) n_1 සහ n_2 යනු අදාල මූලික සංඛ්‍යාත නිසා $f_0 = \frac{v}{2L}$ ට ආදේශ කළ යුතුය.

n_o - බටනළාවේ සියළු ම සිදුර විවෘත කොට ඇති විට මූලික තානය

මෙවිට වැදගත් වන්නේ පළමු සිදුරය. තුල්‍ය කෙටිම දිග ලැබෙන්නේ මේ අවස්ථාවේදීය.

n_1 - බටනළාවේ පළමු සිදුර වැසූ විට මූලික තානය

මෙවිට වැදගත් වන්නේ දෙවන සිදුරයි. දෙවැනි සිදුරෙන් හුළං ටික එළියට යයි.

n_2 - බට නළාවේ පළමු හා දෙවන සිදුර වැසූ විට මූලිකතානය
මෙවිට වැදගත් වන්නේ තෙවන සිදුරයි.

මේ උත්තර සරල නමුත් ඇති එකම දෙය වන්නේ උත්තර සුළු නොවීමයි. මෙය ප්‍රායෝගික ගැටළුවක් නිසා සුළු වෙන්නට දීමත් ඉතා අපහසුය. බොහෝ දරුවන් දශම ස්ථාන දෙකකට උත්තර වටයා තිබුණි. උදාහරණයක් වශයෙන් 0.4337 m වෙනුවට 0.43 m පමණක් ලියා තිබුණි. මේ නිසා මේ ලකුණු අහිමි විය. මෙයට ලකුණු නොදෙන හේතුව වන්නේ L_2 සඳහා 0.43 m ලෙස ගෙන එය පසුව *(e)* කොටසේ ආදේශ කළොත් f_2 සඳහා ලැබෙන අගය බොහෝ සෙයින් වෙනස් වීමයි. එවිට f_2 සඳහා විශාල පරාසයක් නිවැරදි යැයි සැළකිය යුතුය. නමුත් ඔබ මෙය දන්නේ කොහොමදැයි කියා ප්‍රශ්නයක් ඉදිරිපත් කළ හැකිය. මගේ යෝජනාව වන්නේ ඕනෑම දශම උත්තරයක් හරියටම සුළු නොවේ නම් එම උත්තරය අඩුම ගණනේ එක් පූර්ණ සංඛ්‍යාවක් වෙන්න දහයේ බල යොදා හදා (ඇත්තටම සංඛ්‍යාවක් ප්‍රකාශ කරන විද්‍යාත්මක ක්‍රමයද මෙයය) ඊළඟට එයින් පසු අඩුම ගණනේ දශම ස්ථාන දෙකක්වත් තබන්න කියාය.

L_6 සඳහා 0.6489 m ලැබේ. මෙය එක් පූර්ණ සංඛ්‍යාවක් දෙන ලෙසට සකස් කළ පසු 6.489×10^{-1} m වේ. දැන් මෙය දශම ස්ථාන දෙකකට වටයන්න. 6.49×10^{-1} m. මේ සම්මතය මින් ඉදිරියට පිළිපැද්දොත් ප්‍රශ්නයක් ඇති නොවන බව මගේ හැඟීමයි. තවත් උදාහරණයක් හැටියට 0.0152 වැනි උත්තරයක් ආවොත් මෙය 0.02 ලෙස නොලියන්න. මෙය 1.52×10^{-2} ලෙස ලියන්න. ඇත්තටම දශම ස්ථානය සහ 1 අතර ඇති 0 සාර්ථාංකයක් ***(significant figure)*** නොවේ.

(c) කුඩා සිදුරක් විවෘතව ඇති විට එතැන වායුගෝලයට නිරාවරණය වී පීඩන නිෂ්පන්දයක් (විස්ථාපන ප්‍රස්පන්දයක්) සාදන නමුත් සියළුම වාතය එම සිදුරෙන් එළියට නොයයි. ඉතිරි වාතය නළය තුළ රැඳී විවෘතව ඇති ඊළඟ විශාල සිදුරෙන් ඉවතට යයි. නැවත විද්‍යුත් පරිපථයකට මේ වෙන වැඩේ සමක කළොත් කුඩා සිදුරක් යනු ධාරාව ටිකක් ගැලීමට හදා ගෙන ඇති අමතර මාර්ගයක් වැනිය. නමුත් වැඩිපුර ධාරාව ප්‍රධාන මාර්ගයේ යයි. ලොකු සිදුරක් යනු කෙළින්ම *short circuit* කිරීමකි.

ප්‍රශ්නයට අනුව කුඩා සිදුර හැර අනෙකුත් සියලු සිදුරු වසා ඇත. කුඩා සිදුර තිබුණේ නැතිනම් නළයේ මූලික තානය වන්නේ මුවදොරේ හා නළාවේ ඈතින් ඇති කෙළවරේ විස්ථාපන ප්‍රස්පන්දත් නළයේ මැද විස්ථාපන නිෂ්පන්දයකුත් ඇති අවස්ථාවය. දැන් නළාවේ මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයේ ඇති කුඩා සිදුර නිසා මැද විස්ථාපන ප්‍රස්පන්දයක් ඇති වේ. නමුත් මුවදොරේ හා නළයේ කෙළවරේ තවමත් ඇත්තේ විස්ථාපන ප්‍රස්පන්දය. අනුයාත ප්‍රස්පන්ද දෙකක් අතර දුර $\frac{\lambda}{2}$ විය යුතුය. එබැවින් $L_6 = \lambda$ විය යුතුය. ඊළඟට තානය ඇති වන්නේ $L_6 = 2\lambda$ වූ විටය.

(d) (i) ඉහත අවශ්‍යතාව දිගු බලා ගෙනම පළමු ස්ථාවර තරංග ආකාර හතර සඳහා සංඛ්‍යාත රටාව ලිවිය හැක. $L_6 = \lambda, 2\lambda, 3\lambda, 4\lambda$ වේ. එමනිසා සංඛ්‍යාත වන්නේ $\frac{v}{L_6}, \frac{2v}{L_6}, \frac{3v}{L_6}$ හා $\frac{4v}{L_6}$ ය. පළමු සංඛ්‍යාතය f'_0 නම් මේ සංඛ්‍යාත පිහිටන්නේ f'_0, $2f'_0$, $3f'_0$, හා $4f'_0$ හැටියට ය.

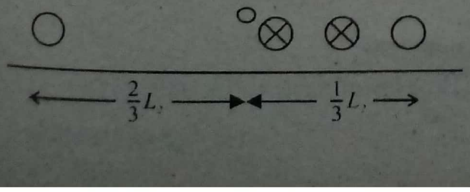
(ii) දැන් මෙම සංඛ්‍යාත කුඩා සිදුරක් නොමැති එහෙත් අනෙක් සිදුරු සියල්ල වසා ඇති නළයක{ *(a)* කොටසට සමකය} නිපදවන සංඛ්‍යාත සමඟ සංසන්දනය කොට ඇත.

කුඩා සිදුර නැති විට සංඛ්‍යාත රටාව වන්නේ , $\frac{v}{2L}$, $\frac{v}{L}$, $\frac{3v}{2L}$, $\frac{4v}{2L}\left(\frac{2v}{L}\right)$, $\frac{5v}{2L}$, $\frac{6v}{2L}\left(\frac{3v}{L}\right)$

කුඩා සිදුර ඇති විට සංඛ්‍යාත රටාව වන්නේ , $\frac{v}{L}$ $\frac{2v}{L}$ $\frac{3v}{L}$

මෙයින් පෙනී යන්නේ කුඩා සිදුර ඇති කිරීම මගින් නළයේ මුළින් ජනිත වූ 1,3,5 ආදී වූ ඔත්තේ ප්‍රසංවාද ඉවත් කිරීමයි. ප්‍රසංවාද ***(harmonics)*** නමින් හැඳින්වුවහොත් මූලික තානය පළමු ප්‍රසංවාදයයි. පළමු උපරිතානය දෙවන ප්‍රසංවාදයයි. දෙවන උපරිතානය තෙවන ප්‍රසංවාදයයි. කුඩා සිදුර විවෘත කිරීම මගින් බටනළාව පිඹින්නාට යම් සංඛ්‍යාත ඉවත් කොට අවශ්‍ය සංඛ්‍යාත නිපදවිය හැක. ධ්වනි ගුණය රඳා පවතින්නේ නොයෙක් සංඛ්‍යාත ජනිත වීම හා ඒවායේ විස්තාරවල සාපේක්ෂ ප්‍රමාණය මතය. නොයෙක් සංඛ්‍යාත අවශ්‍ය පරිදි නිපදවා ගැනීමට බැරිනම් එවැනි වාද්‍ය භාණ්ඩයකින් වැඩක් නැත.

(e) පළමු සිදුරු දෙකම වැසූ විටය තුල්‍ය දිග L_2 ලැබෙන්නේ. එවිට විවෘත සිදුර වන්නේ තෙවන සිදුර ය. සිදුරු සමඟ නළාවේ අවශ්‍ය දිග රූපයේ පෙන්වා ඇත.

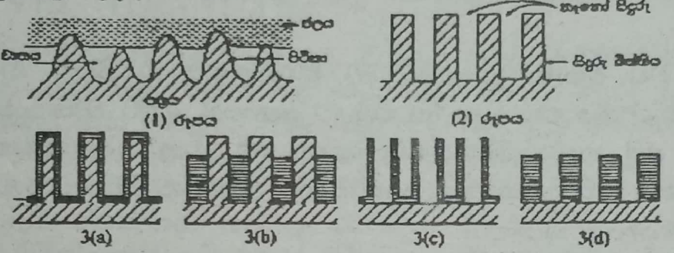


නළයේ මුවදොරේත්, කුඩා සිදුර ළඟත් තෙවන සිදුර ළඟත් ප්‍රස්පන්ද ඇතිවිය යුතුය. තරංග රටාව අනුමානයෙන් වුවද ඇඳිය හැක. තර්කයෙන් ගන්නවා නම් කුඩාම සංඛ්‍යාතයට අනුරූප තරංග රටාව ලැබීමට නම් $\frac{1}{3}L_2 = \frac{\lambda}{2}$ යුතුය. අනුයාත ප්‍රස්පන්ද දෙකක් අතර දුර $\frac{\lambda}{2}$

වේ. ඉහත රූපයේ ප්‍රස්පන්ද දෙකක් අතර කුඩාම දුර වන්නේ කුඩා සිදුරේ සිට තෙවන ප්‍රධාන සිදුරට ය. කුඩා සිදුරේ සිට මුවදොරට දිග මීට වඩා වැඩිය. එමනිසා කුඩා ම සංඛ්‍යාතයේ දී අනිවාර්යයෙන්ම $\frac{1}{3}L_2 = \frac{\lambda}{2}$ විය යුතුය. මේ අනුව ඊළඟ $\frac{2}{3}$ පුරවන්න. $\frac{1}{3}$ ක $\frac{\lambda}{2}$ ක් පිරේ නම් $\frac{2}{3}$ ක් පිරෙන්නේ λ වලින්ය. මේ අනුව අදාල සංඛ්‍යාතය සෙවිය හැක. මෙහිදී L_2 හි අගය අවශ්‍ය වේ. *(b)* කොටසේදී L_2 සඳහා **0.43 m** ලෙස ගතහොත් ලැබෙන f_2, 1186 **Hz** වේ. මෙවිට සැබෑ උත්තරයට වඩා මෙම සංඛ්‍යාතය **10 Hz** කින් වැඩිය. *(b)* කොටසේ $L_2 = 0.43$ m ට ලකුණු නොදෙන ලද්දේ මෙම පරාසය විශාල වීම නිසා ය. $L_2 = 0.433$ m ගතහොත් f_2 සඳහා **1178 Hz** ද , $L_2 = 0.435$ m ගතහොත් f_2 සඳහා **1172 Hz** ද ලැබේ.

බටනළාවේ හටගැනෙන විවිධ සංඛ්‍යාත ගැන මුළු ප්‍රශ්නය පුරාම අසා ඇත. නළාව වාදනය කරන විට මේ විවිධ වූ සංඛ්‍යාත (උපරිතාන /ප්‍රසංවාද) වාදනය කරනු ලබන්නා ලබා ගන්නේ කෙසේද? උදාහරණයක් වශයෙන් සියලුම සිදුරු වසා ඇති නළයක් සළකා බලන්න. *(a)* හි රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි මූලික තානයේ සිට විවිධ උපරිතාන නළය තුළ ජනිත කළ හැක. නමුත් ඒවා පිඹින්නා ලබා ගන්නේ කෙසේද? යම් ඉහළ සංඛ්‍යාතයක් ලබා ගැනීමට නම් නළය තුළට වේගයෙන් වාතය පිඹිය යුතුය: බටනළාව පිඹින්නා තම තොල් අතර පරතරය අඩු කළ විට වාතය නළය තුළට විදෙන වේගය වැඩිවේ. එමනිසා බටනළා වාදකයෙක් නිතරම තම තොල් අතර පරතරය අවශ්‍ය පරිදි අඩු වැඩි කර ගනී.

7. පහත ඡේදය කියවා අසා ඇති ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු සපයන්න.



ජලයේ ස්පර්ශ කෝණයේ විශාලත්වය ජලය සමඟ ස්පර්ශ වන පෘෂ්ඨයේ ස්වභාවය මත රඳා පවතී. ඇතැම් පරිපූර්ණ සමතල පෘෂ්ඨ මත ජල බිංදු ස්පර්ශ කෝණය 90° ට වඩා කුඩා වන ලෙස තැන්පත් විය හැක. එවැනි පෘෂ්ඨයන් ජලයෙන් තෙත් වී ඇති යයි හැඳින්වෙන අතර, ජලකාමී පෘෂ්ඨයන් ලෙස ක්‍රියා කරයි. එසේ වුව ද, ක්ෂුද්‍ර/නැනෝ පරිමාණයේ වූ රළු ව්‍යුහයක් අඩංගු සමහර පෘෂ්ඨවලට තෙත් නොකරන ගුණ පෙන්වමින් ජලභීතික පෘෂ්ඨ ලෙස ක්‍රියා කළ හැක.

අනෙක් ස්වභාවික පත්‍ර හා සැසඳුවිට, නෙළුම් පත්‍රය ජල ස්පර්ශ කෝණය 150° ට වඩා විශාල වූ අධිජලභීතික ගුණ දක්වන අතර, මඩ සහිත අපිරිසිදු පොකුණු සහ වැව්වල පවිත්‍රව පවතී. නෙළුම් පත්‍රවල පෘෂ්ඨ මත වැහි බිංදු පතිත වූ විට එවා පත්‍රය තෙත් කරනු වෙනුවට ක්ෂණිකව පබළුවන්ට සමාන ගෝලාකාර බෝල බවට පත්වන අතර අපද්‍රව්‍ය සහ කුඩා කැබලි එකතු කරගනිමින් ඉතාම කුඩා ඇළවීමකින් වුව ද පෘෂ්ඨයෙන් ඉවතට පෙරළී යයි. නෙළුම් පත්‍රයේ මෙම ජලවිකර්ෂක ස්ව-පවිත්‍රකාරී ගුණය 'නෙළුම් ආවරණය' යනුවෙන් හඳුන්වනු ලැබේ.

නෙළුම් ආවරණය නෙළුම් පත්‍රයේ ඇති ද්විපරිමාණ ක්ෂුද්‍ර/නැනෝ ව්‍යුහ නිසා ඇති වේ. නෙළුම් පත්‍රයක පෘෂ්ඨය වැනි ගත පරිදි ආසන්න වශයෙන් 10 μm උසින් යුත් පිරිසා (papillae) යනුවෙන් හැඳින්වෙන උඩට නෙරූ වූ කොටස් සමූහයකින් සමන්විත වේ. එක් එක් පිරිසාවන් නැනෝමීටර් පරිමාණයේ සෘජුකාමීන් යුත් අධිජලභීතික ඉටිමය ස්ඵටිකයකින් ආවරණය වී ඇත. මෙම පිරිසා මගින් නෙළුම් පත්‍රයේ පෘෂ්ඨවලට ලබා දෙන රළු බව මගින් (1) රූපයේ පෙන්නන පරිදි ජල බිංදු යට වාතයට සිර වීමට ඉඩදීම, පත්‍රයේ පෘෂ්ඨය තෙත් නොකරන ගුණයට දායක වේ. නෙළුම් ආවරණය හැඩිනාගෙන්, ජල විකර්ෂක රෙදිපිළි වීදුරු, ස්ව-පිරිසිදුකාරක ආලේප සහ තීන්ත, සහ පහත් රෝධයක් (*Low drag*) සහිත (ජලය මගින් චලිතයට අඩු ප්‍රතිරෝධයක් දක්වන) නැව් යාත්‍රා ආදිය සඳහා අවශ්‍ය වූ ජලය සමඟ විශාල ස්පර්ශ කෝණයක් යුත් රළු ජලභීතික පෘෂ්ඨ නිපදවීම සඳහා විවිධ තාක්ෂණ එළිදක්වා ඇත.

පෘෂ්ඨයක තෙත් කිරීමේ ගුණය ද්‍රවයේ ස්වභාවය මත ද රඳා පවතී. සමහර ද්‍රව රළු පෘෂ්ඨ තෙත් කරනු ලබන අතර සමහරක් ද්‍රව පෘෂ්ඨ තෙත් නොකරන ගුණ පෙන්වයි. ද්‍රව මගින් රළු පෘෂ්ඨ තෙත් කිරීමේ ගුණය 'අච්චු තෙත් කිරීමේ නැනෝ තැනීම' (*template wetting nanofabrication*) නැමති ශිල්පය මගින් නැනෝ බට සහ නැනෝ දඬු ආදී නැනෝ ව්‍යුහයන් නිපදවීම සඳහා යොදා ගනී. මෙම ශිල්පය (2) රූපයේ පෙන්නන ආකාරයේ වූ නැනෝ සිදුරු වැලක් (පෙළගැස්මක්) අඩංගු ඝන අච්චුවක් භාවිත කරයි.

තෙත් නොකරන ද්‍රවයක් සිදුරු විනිවිද නොයන අතර අච්චුවේ උඩට නෙරූ වූ කොටස් මත තැන්පත් වන අතර පෘෂ්ඨය තෙත් කරන ද්‍රවයක් අච්චුවේ සිදුරු තුළට ගමන් කිරීම තෙත් කරමින් සිදුරු පුරවයි. යෝග්‍ය වූ ඝන ද්‍රව්‍යයක් අඩංගු තෙත් කිරීමේ ගුණ සහිත ද්‍රාවණයක් මගින් නැනෝ සිදුරු පුරවා අච්චුව රත් කළ විට, පිළිවෙළින් 3(a) හා 3(b) රූප මගින් පෙන්වන ආකාරයට සිදුරුවල බිත්ති මත හෝ සිදුරු තුළ ඝන ද්‍රව්‍යය රඳවමින් ද්‍රාවකය වාෂ්පීකරණය වේ. අච්චුවේ සිදුරු බිත්ති, නිරෝධනය (etching) යනුවෙන් හැඳින්වෙන රසායනික ක්‍රියාවලි මගින් ඉවත් කළ විට, නැනෝ බට හෝ නැනෝ දඬු සහිත ව්‍යුහයන් පිළිවෙළින් 3(c) හා 3(d) රූපවල දැක්වෙන පරිදි ඉතිරි කෙරෙනු ලැබේ.

(a) කෘත්‍රිම ව තනනු ලබන ජලභීතික පෘෂ්ඨවල යෙදීම් තුනක් ලියා දක්වන්න.

(b) නෙළුම් පත්‍රයක පෘෂ්ඨය මත ඇති අංශුවක් ඉවත් කිරීමට නෙළුම් ආවරණය උපකාර වන්නේ කෙසේ ද?

(c) ජලකාමී, ජලභීතික සහ අධිජලභීතික පෘෂ්ඨ, ජලයේ ස්පර්ශ කෝණය ආධාරයෙන් වර්ගීකරණය කරන්නේ කෙසේ ද?

(d) පරිපූර්ණ ලෙස සමතල වූ පෘෂ්ඨයක් මත, තෙත් කරනු ලබන ද්‍රවයක් හා තෙත් නොකරනු ලබන ද්‍රවයක් තැන්පත් වන ආකාරය රූපසටහන් ආධාරයෙන් පෙන්වන්න.

(e) (2) රූපයේ ඇති රළු පෘෂ්ඨය පිරිසක් සහ ඒ මත තෙත් කරන ද්‍රවයක් හා තෙත් නොකරන ද්‍රවයක් තැන්පත් වන ආකාරය පෙන්වීම සඳහා රූපසටහන් අඳින්න.

(f) කුණර ඇතිවීම ආරම්භ වන විට ජල අණු නෙළුම් පත්‍රයේ පෘෂ්ඨයේ සිදුරු තුළ ඝනීභවනය වීම ඔබ අපේක්ෂා කරන්නේ ද? ඔබගේ පිළිතුර සඳහා හේතු දෙන්න.

(g) පහත්-රෝධය භාවිත යාත්‍රා සඳහා රළු ජලභීතික පෘෂ්ඨ යෙදීමේ ඇති වන වාසිය ලියා දක්වන්න.

(h) 'අච්චු තෙත් කිරීමේ නැනෝ තැනීම' ශිල්පය මගින් තැනිය හැකි නැනෝ ව්‍යුහයන් දෙකක් සඳහන් කරන්න.

(i) දණ්ඩක විෂ්කම්භය 100 nm සහ උස 50 μm වූ, වර්ග මීටරයට 10^{13} ක් වූ රන් නැනෝ දඬු සංඛ්‍යාවකින් අඩංගු තහඩු සහිත සමාන්තර රන් තහඩු ධාරිත්‍රකයක් සලකන්න. පෘෂ්ඨයේ සඵල වර්ගඵලය වැඩිවීම නිසා මෙම ධාරිත්‍රකයේ ධාරිතාව වැඩිවේ යයි උපකල්පනය කරමින්, නැනෝ දඬු රහිත එවැනි සමාන මිනුම් සහිත ධාරිත්‍රකයක් හා සැසඳූ විට ධාරිතාව කවර ගුණයකින් වැඩිවේ දැයි ගණනය කරන්න. ධාරිත්‍රකයේ තහඩු අතර පරතරය නැනෝ දණ්ඩක උසට වඩා ඉතා විශාල බව උපකල්පනය කරන්න.

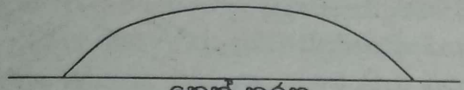
(a) (i) ජල විකර්ෂක ජනෙල් වීදුරු (ii) ස්ව - පිරිසිදුකාරක ඇඳුම්/ පාවහන් (iii) ස්ව - පිරිසිදුකාරක තීන්ත

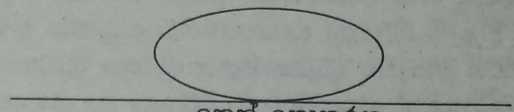
(iv) නාවික යාත්‍රාවල චලිතය සඳහා පහත් රෝධයක් ලබා දීම (ඉහත ඕනෑම 03 ක්)

(b) පෘෂ්ඨයේ තෙත් නොකරන (ජල විකර්ෂක) ගුණය නිසා (ගෝලාකාර) ජල බිංදු සෑදේ. බිංදු කුඩා කැළඹීමකින් වුවද අපද්‍රව්‍ය සහ කුඩා කැබලි එකතු කර ගනිමින් පෘෂ්ඨයෙන් ඉවතට පෙරළී යයි.

(c) ජලයේ ස්පර්ශ කෝණය θ නම්, ජලකාමී- $\theta < 90^0$, ජලභීතික- $90^0 < \theta < 150^0$, අධි ජලභීතික- $\theta > 150^0$

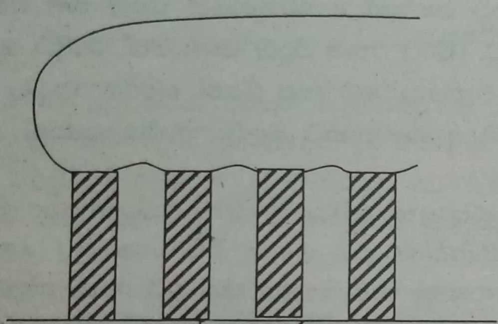
(d)

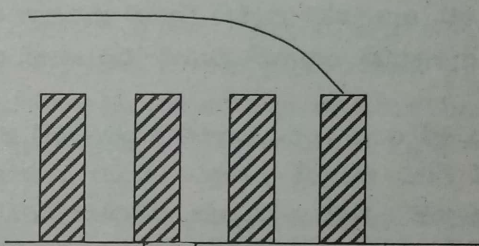




ස්පර්ශ කෝණය $< 90^0$ විය යුතුය   ස්පර්ශ කෝණය $> 90^0$ විය යුතුය (කෝණ ඇඳ දැක්වීම අවශ්‍ය නැත)

(e)





තෙත් නොකරන : බිංදු සිදුරු තුළ නොරැඳිය යුතුයි. ඉහත පෙන්වා ඇති ආකාරයට ස්පර්ශ කෝණ පිහිටා තිබිය යුතුය.

තෙත් කරන : ද්‍රවය මගින් සෑම සිදුරක්ම පිරවිය යුතුයි.

(f) ඔව්. සිදුරුවල ප්‍රමාණය හා සංසන්දනය කළ විට ජල අණු ඉතා කුඩා නිසා ඒවාට සිදුරු තුළ ඝනීභවනය විය හැක.

(g) පෘෂ්ඨයේ තෙත් නොකරන (ජල විකර්ෂක) ස්වභාවය නිසා ජලය පෘෂ්ඨයට ඇලෙන සුළු ගතිය අඩුවේ.

එමගින් ජලය තුළ නාවික යාත්‍රාවේ චලිතයට විරුද්ධව ඇතිවන ඝර්ෂණ (රෝධක) බලය අඩු කරයි.

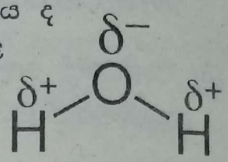
(h) නැනෝ බට, නැනෝ දඬු හෝ නැනෝ කම්බි

(i) නැනෝ දඬු සහිත ධාරිත්‍රකයක (ධාරිතාව C_n) හා නැනෝ දඬු රහිත ධාරිත්‍රකයක (ධාරිතාව C) ලෙස ගනිමු. තහඩුවේ x වර්ගඵලයක් m^2 වලින් සැලකූවිට $\frac{C_n}{C} = \frac{A_n}{A} = \frac{x + x \times 10^{13} \times \pi dl}{x}$

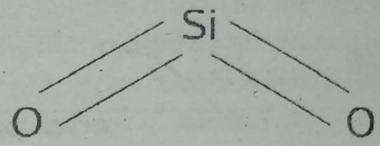
$= 1 + 10^{13} \times \pi \times 100 \times 10^{-9} \times 50 \times 10^{-6}$ $\therefore \frac{C_n}{C} = 1 + 50\pi$

$= 151$ (π හි අගය 3 ලෙස ගත්විට) හෝ $= 158$ (π හි අගය 22/7 ලෙස ගත්විට) (158-158.2 අතර අගයයන් පිළිගත හැක)

ඡේදයේම තියෙන කරුණු වලින් ම ලකුණු 7-8 ක් ලබා ගත හැක. ඡේදය පාදක වන්නේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය, ස්පර්ශ කෝණ, නෙළුම් ආවරණය පිළිබඳවයි. නැනෝ බට හා නැනෝ දඬු සාදන ශිල්පීය ක්‍රමයක් පිළිබඳ සටහනකින් ඡේදය අවසන් වේ. අවසාන කොටසින් අසා ඇත්තේ *(h)* කොටස පමණි. එයට උත්තරය ද ඡේදයේම ඇත. පෘෂ්ඨීක ආතතිය හා ස්පර්ශ කෝණ අගයන් රඳා පවතින්නේ අදාළ ද්‍රව/මාධ්‍යවල පවත්නා සංසක්ති **(cohesive)** බල හා ආසක්ති **(adhesive)** බල මතය. උදාහරණයක් වශයෙන් ජල අණු ධ්‍රැවක අණු **(polar molecules)** වේ. එනම් ඔක්සිජන් පරමාණුවේ සඵල සෘණ ආරෝපණයක්ද හයිඩ්‍රජන් පරමාණුවල සඵල ධන ආරෝපණයක් ද ඇත. එම නිසා ජල අණු අතර අන්තර්අණුක ආකර්ෂණ බල පවතී. වෙන වචනවලින් ප්‍රකාශ කළොත් ජල අණු අතර සංසක්ති (තම වර්ගයාගේම අතර ඇති බල) බල පවතී.



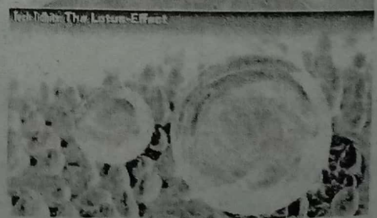
වීදුරුවල ද ඇති සිලිකන් ඩයොක්සයිඩ් ද ධ්‍රැවක අණු වේ. එබැවින් වීදුරු සහ ජලය ස්පර්ශ වන විට ධ්‍රැවක ජල අණු සහ ධ්‍රැවක SiO_2 අණු අතර ද අන්තර් අණුක බල හෙවත් ආසක්ති (තම වර්ගයා හා අනෙක් වර්ගයා අතර ඇති බල) බල හට ගනී. වීදුරු - ජලය සඳහා මෙම ආසක්ති බල සංසක්ති බලවලට වඩා ප්‍රබල වේ. එමනිසා ජලය වීදුරු සමඟ ඇලේ. (හාද වේ) ජලකාමී වේ. ස්පර්ශ කෝණ සුළු කෝණ වේ.



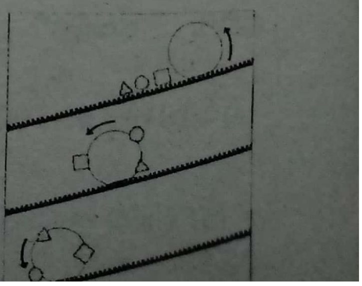
නමුත් රසදිය සැළකුවහොත් රසදිය අණු ධ්‍රැවක අණු නොවේ. එමනිසා රසදිය වීදුරු අණු සමඟ ජල අණු කළාක් මෙන් බන්ධන සාදා නොගනී. එමනිසා රසදිය වීදුරු තෙත් නොකරයි. බන්ධන සාදා ගන්න බැරිනම් ඇලෙන්නේ කොහොමද? අපත් අනෙක් අය සමඟ ඇලෙන්නට හාද වෙන්නට යන්නේ ආකර්ෂණයක් තිබේ නම් පමණි. එබැවින් වීදුරු - රසදිය සඳහා ස්පර්ශ කෝණ මහා කෝණයක් වේ. (127°) එනම් වීදුරු පෘෂ්ඨයක්, රසදිය සඳහා රසදිය භීතික වේ. ඇලෙන්න කැමති වුනාම ඇලෙන කෙනා මත වැතිරෙන්නට ආස හිතේ. ස්පර්ශ කෝණ සුළු කෝණ වේ. ඇලෙන්න අකැමති වුනාම එයාගෙන් පුළුවන් තරම් ඈත්වෙන්නට බලයි. ස්පර්ශ කෝණ මහා කෝණ වේ.

(a) (i) උත්තර ඡේදයේම ඇත. නෙළුම් පත්‍රවල අධි ජල භීතික ගුණය ඉතා අතීතයේ සිටම මිනිසුන් දැන සිටිය නමුත් මෙසේ වීමට නිවැරදි හේතුව සොයා ගත්තේ 1977 දී ***Barthlott*** සහ ***Ehler*** විසිනි. මෙයට නෙළුම් ආවරණය යන නම දැම්මේ ද ඔවුන්ය. පිටිකාවල (උඩට නෙරා ගිය කණු වැනි) ඉතා තුනී ඉටි ***(wax)*** ස්තරයක් තිබීම අධිජලභීතික ගුණයට හේතුවයි. ජල අණු සහ මෙම ඉටි අණු අතර ආසක්ති බල ශූන්‍ය වේ. ජල අණු ඉටි අණුවලට කොහෙත් ම කැමති නැත. එබැවින් ජල අණු එකා මෙන් එකට එකතු වේ. ස්වභාව ධර්මයේ මේ සංසිද්ධිය අධ්‍යයන කර අද වෙන කොට ජල විකර්ෂක ගුණ සහිත නොයෙක් දෑ විද්‍යාඥයින්/ඉංජිනේරුවන් තනා ඇත. පෘෂ්ඨ මත ජලය රඳන්නේ නැතිනම් දුර්වර්ණවීම්, මළකඩකෑම, දිලීර වර්ග හට ගන්නේ නැත. ඇඳුම් ආදිය දහදිය හා නොයෙකුත් ද්‍රාවන උරා ගන්නේ නැතිනම් දිගු කලක් ගඳ ගහන්නේ නැතුව ඇඳිය හැක.
ජලභීතික පෘෂ්ඨ සෑදීම හෝ නැනෝ පරිමාණයේ ජලභීතික ද්‍රව්‍යයකින් සාදන ලද ස්තර ආලේප කළ විට එම ස්තර මත ජලය නොරඳයි.

(b) ජල බින්දු සෑදෙනවා කියාත් කුඩා කැළඹීමකින් පවා අපද්‍රව්‍ය සහ කුඩා කැබලි එකතු කර ගනිමින් පෘෂ්ඨයෙන් ඉවතට පෙරළී යනවා කියාත් යන වාක්‍ය දෙකම ලිවිය යුතුය. සමහර දරුවන් ලියා තිබුණේ ගෝලාකාර ජල බින්දු සෑදෙනවා කියා පමණි. එම උත්තරය අසම්පූර්ණය. නෙළුම් පත්‍රයක ජල බින්දු රැඳී ඇති ආකාරය සහ පත්‍ර පොඩ්ඩක් ඇල කළහොත් ජල බින්දු පහළට වැටෙන ආකාරය රූපවල පෙන්වා ඇත.



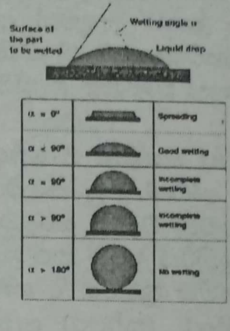
නෙළුම් කොළේ බත් කන එක හොඳය. කොළය මත රැඳෙන බැක්ටීරියා සහ දිලීර වැනි රෝගකාරක ද්‍රව්‍ය ද දූවිලි හා කුණු ද ජල බින්දු මඟින් අලවා ගෙන ගොස් ඉවතට දමයි. බැක්ටීරියා සහ දිලීර වැනි දෑ පිටිකා අතර ඇති පරතරයට වඩා විශාල නිසා ඒවා පිටිකා අතරට නොවැටේ. පිටිකා මතම රැඳේ. ඉටි ස්තරය නිසා ඒවා පිටිකා තුඩුවල ඇලෙන්නේ ද නැත. එමනිසා ජල බෝල පහළට වැටෙන විට ජල බෝලවල පෘෂ්ඨයේ මේ ද්‍රව්‍ය ඇලී ජලය සමඟ ඉවත් වේ.



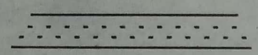
මඩෙ හැදුණත් නෙළුම් පත්‍ර සුපිරිසිදුය. නෙළුම් මලේ පෙතිවල ද මේ ගුණය ඇත. නෙළුම් මල් ඕගොල්ලො වගේ සුපිරිසිදු බවේ සංකේතයක් හැටියට සලකන්නේ මේ හේතුව නිසාවෙනි.

ජල බින්දු ගෝලාකාර හැඩයක් ගන්නේ ඇයි? දී ඇති පරිමාවකට අදාළ අවම පෘෂ්ඨීක වර්ගඵලයක් ඇත්තේ ගෝලීය හැඩයකට ය. එමනිසා පෘෂ්ඨීක ශක්තිය අවම වන්නේ ගෝලාකාර හැඩයකටය. පුළුවන්නම් ශක්තිය අවමව තියා ගන්න ස්වභාවධර්මය කැමතිය. අධිජලභීතික වූ විට ජල බින්දුවේ හා ස්පර්ශ වන පෘෂ්ඨය සමඟ ස්පර්ශව ඇති වර්ගඵලය ඉතා කුඩා වේ. ජලකාමී වූ විට ස්පර්ශ වර්ගඵලය විශාල වේ. ඇලෙන්නෙ කැමති වූ විට වැඩි වර්ගඵලයක් ඇලීම ස්වභාවිකය.

*(c)*ජලකාමී *($\theta < 90^0$)* හා අධිජල භීතික *($\theta > 150^0$)* පෘෂ්ඨ සඳහා ස්පර්ශ කෝණ ඡේදයේ වර්ගීකරණය කොට ඇත. ජලභීතික පෘෂ්ඨ සඳහා ස්පර්ශ කෝණ පිළිබඳ සටහනක් නොමැති වුවත් ඔබගේ සරල බුද්ධියෙන් මෙම සීමාව තීරණය කළ යුතුය. θ, 90° ට අඩු හා 150° වැඩි පෘෂ්ඨ අර්ථ දක්වා ඇති නිසා අනෙක් පෘෂ්ඨය මේ කෝණ අතරට වැටිය යුතුය. රූපය බලන්න.

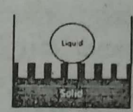


(d) θ, 90°ට වඩා කුඩාව හා θ, 90°ට වඩා විශාල වනසේ පෘෂ්ඨ දෙකක් ඇන්දා නම් ඇතිය. තෙත් නොකරන ද්‍රවයක් සඳහා අධිජලභීතික අවස්ථාවක් එනම් ගෝලාකාර බින්දුවක් ඇන්ඳාට කමක් නැත. අවශ්‍ය වන්නේ $\theta > 90^0$ වීම පමණි. නමුත් තෙත් නොකරන ද්‍රවයක් සඳහා පහත රූපය පිළිගත නොහැක.



ස්පර්ශ කෝණය පිළිබඳ ඉඟියක් මෙහි නැත.

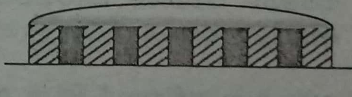
(e) තෙත් නොකරන ද්‍රවයක් තැන්පත් වීම සඳහා සෑම දරුවෙක් ම වාගේ ඇඳ තිබුණේ මෙම රූපයය. එනම් සිදුරු උඩ රැඳෙන ද්‍රව ගෝලය. මේ සඳහා එක් ලකුණක් පමණක් ප්‍රදානය කරන ලදී. <u>මෙහිදී, දී ඇත්තේ රළු පෘෂ්ඨයක් ය.</u> ඒ මත ඉටි ස්තරයක් නැත. නෙළුම් පත්‍රයක පිටිකා මත මෙන් ගෝලාකාර ජල බින්දු පේළියක් උඩ තැන්පත් වන අයුරින් මෙහිදී ඇඳීම සාධාරණ නැත. නෙළුම් පත්‍රයේ ඇත්තේ අධිජලභීතික අවස්ථාවය.



අනෙක් කරුණ නම් මෙහිදී අසන්නේ සාධාරණ වශයෙන් ද්‍රවයක් ගැන සළකාය. එය ජලය විය යුතු නැත. තෙත් නොකරන ද්‍රවයක් සිදුරේ බිත්ති දිගේ ගලා ගෙන ගිය නොහැක. එනම්, සිදුරු තුළ රඳන්නේ නැත. ඡේදයේ අවසාන කොටසේ මේ පිළිබඳ ඉඟියක් ඇත. 'තෙත් නොකරන ද්‍රවයක් සිදුරු විනිවිද නොයන අතර අච්චුවේ උඩට මතු වූ කොටස් මත තැන්පත් වන අතර පෘෂ්ඨ තෙත් කරන ද්‍රවයක් අච්චුවේ සිදුරු තුළට යමින් බිත්ති තෙත් කරමින් සිදුරු පුරවයි.'

එමනිසා තෙත් නොකරන රූපයේ ද්‍රවය කණු උඩ මත පමණක් රැඳිය යුතුය. ස්පර්ශ කෝණ 90° ට වඩා වැඩි වන සේ ඇඳිය යුතුය. සිදුරු තුළ වාතය ඇතැයි මෙහිදී උපකල්පනය කොට ඇත. එමනිසා සෑම කණුවක දෙපස ස්පර්ශ කෝණ 90° ට වැඩි එහෙත් සමාන අගයකින් යුක්ත විය යුතුය. සිදුරු තුළ වාතය ඇති නිසා සෑම කනු දෙකක් අතරම ද්‍රවය අත් දකින අතුරු මුහුණත් එකමය.

තෙත් කරන ද්‍රවය සඳහා නම් ප්‍රශ්නයක් නැත. සිදුරු පුරවා ද්‍රව - වාත - ද්‍රව්‍යය හමුවන අතුරු මුහුණත් සඳහා ස්පර්ශ කෝණය 90° ට වඩා අඩු විය යුතුය.



(f) මෙහිදී අසන්නේ ජල <u>අණු</u> පිළිබඳව ය. ජල බින්දුවක් ගැන නොවේ. මේ සඳහා ජල අණුවක ප්‍රමාණය සිදුරුවල ප්‍රමාණයට වඩා ඉතා කුඩා බව දැන ගැනීම (සාමාන්‍ය දැනීමෙන්) අවශ්‍යය. මේ කරුණු ඡේදයේ කෙලින් ම අන්තර්ගත නොවේ. පිටිකාවල උස **10 μm (10^{-5} m)** පමණ බව ඡේදයේ ඇත. එනම් පිටිකා ක්ෂුද්‍ර (මයික්‍රෝ) පරිමාණයේ වේ. පිටිකා ආවරණ වී ඇති අධිජලභීතික ඉටිමය ස්තරය නැනෝ (10^{-9} m) පරිමාණයේ වේ. මේවාට ද්වි පරිමාණ ව්‍යුහ කියා කියන්නේ එබැවිනි. පිටිකා මයික්‍රෝ මීටර පරිමාණයෙන් ද ඒවා මත නැනෝමීටර පරිමාණයේ ස්තර ද ඇති නිසා පිටිකාවල ව්‍යුහ ද්විපරිමාණ *(dual scale)* වේ.

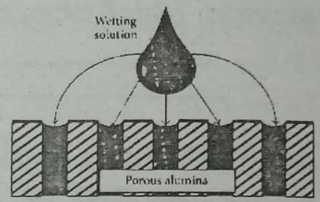
ජල අණුවක ප්‍රමාණය (විෂ්කම්භය) නැනෝ පරිමාණයේ වේ. ජල අණුවක විෂ්කම්භය **0.3 nm** පමණ වේ. ඔබ මෙය හරියට ම නොදන්නවා ඇති. නමුත් හයිඩ්‍රජන් පරමාණුවක ප්‍රමාණය **10^{-10} m (0.1nm)** ප්‍රමාණයේ වේ. Å යන ඒකකය අර්ථ දක්වා ඇත්තේ ද මේ නිසාය. පිටිකා අතර පරතරය දී නැතත් එම පරතරය නැනෝ පරිමාණයේ විය නොහැකි බව තීරණය කළ යුතුය. ඡේදයේ, දී නැතත් පිටිකාවක පළල සාමාන්‍යයෙන් **10 - 15 μm** පමණ වේ. එමනිසා පිටිකා පිහිටා ඇත්තේ **μm** පරිමාණයේ ය. ස්තරය පමණක් නැනෝ පරිමාණයේය. අණුවක ප්‍රමාණය **μm** පරාසයේ නොපවතී. අණුවක බන්ධන අතරදුර පවා පිහිටන්නේ Å පරාසයේය.

තුෂාර යනු ජලයමය. තුෂාර සෑදීමේදී වාතයේ ඇති ජලවාෂ්ප, ජලය බවට ඝනීභවනය වේ. එමනිසා මෙසේ ඝනීභවනය වන ජල බින්දු අමුතු විදියට හැසිරීමට නොහැකියි. සාමාන්‍ය පරිදිම ජල බෝල බවට පත්වේ. නමුත් වැහි බින්දු පත්‍රය මත වැටීමට වඩා තුෂාර ඇති වීමේදී වාතයේ ඇති ජල වාෂ්ප ඝනීභවනය වීම පත්‍රය මතම

සිදුවේ. එවන් අවස්ථාවකදී ජල අණුවක් සිදුරක් තුළට රිංගා යෑම සිදුවිය නොහැක්කක් නොවේ. ඇයි? තුෂාර හැදෙන්නම පටන් ගන්නෙම පත්‍ර මතනෙ. නමුත් වැහි වතුර පත්‍රය මත වැටෙන්නෙම ජලය වෙලාය. රිංගලා යන්න පුළුවන්නම් රිංගලා නොයන්නේ කවුද?

(g) මෙයට උත්තරය ඡේදයෙන් ම උකහා ගත හැක. නමුත් නිකම් ඝර්ෂණ (රෝධක) බලය අඩු කරයි යන්න ලිවීම මදිය. ජලභීතික පෘෂ්ඨය නිසා ජලය පෘෂ්ඨය සමඟ ඇලෙන ගතිය අඩුවේ. එමනිසා චලිතයට දක්වන රෝධක බලය අඩුවේ. පිහිනුම් තරඟවලට සහභාගිවන තරඟකරුවන් ශරීර කඳ ආවරණය වන පරිදි පිහිනුම් ඇඳුම් ***(swimming suit)*** ඇඳීමේ පරමාර්ථයක් වන්නේ ජලයෙන් ඇති කරන රෝධක බලය ***(drag force)*** අඩු කිරීමය. තව ද තදට ඇඳුමක් ඇන්ද ගමන් ජලය හා ස්පර්ශවන ඇගේ සඵල වර්ගඵලය ද අඩුවේ. නැනෝ තාක්‍ෂණය භාවිතකොට ජලභීතික වන සේ නිපදවා ඇති පිහිනුම් ඇඳුම් ඇඳීම තහනම් කොට ඇත. තත්පරයකින් ප්‍රමාණයක හෝ වාසියක් ගැනීමට තරඟකරුවන් කැමතිය.

(h) කෙළින් ම ඡේදයේ ඇත. නැනෝ බට, නැනෝ දඬුවලට අමතරව නැනෝ කම්බි එකතු කොට ඇත. සිහින් දණ්ඩක් යනු කම්බියකි. දැන ගැනීමට අවශ්‍ය නැතත් නිරේඛනය ***(etching)*** පිළිබඳ යමක් දැන ගත්තොත් මේ වෙන වැඩේ සරළව තේරුම් ගත හැක. සරළව කිව්වොත් නිරේඛනය යනු තමන්ට අවශ්‍ය දේ ඉතුරු කර ගෙන ඉතිරිය ඉවත් කර ගැනීමය.



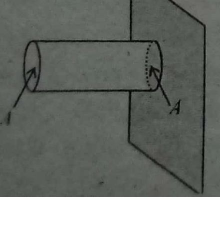
මෙම ක්‍රමයේ දී සාමාන්‍යයෙන් භාවිතා කරන්නේ නැනෝ පරිමාණයේ ඉතා සිහින් සිදුරු (සච්චර) ඇති ඇලුමිනා *(Alumina)* අච්චුවක්ය. *Alumina* යනු ඇලුමිනියම් ඔක්සයිඩ්ය. නැනෝ බට සහ නැනෝ දඬු සෑදිය යුතු ලෝහය අඩංගු ද්‍රාවනයක් මගින් මෙම සිදුරු පුරවනු ලැබේ. නැනෝ බටයක් සෑදීමට අවශ්‍ය නම් අච්චුවේ සිදුරුවල මායිම් පෘෂ්ඨවල පමණක් යම්තමින් ද්‍රාවනය ගෑවෙන පරිදි (ආලේපණය කලා මෙන්) ගල්වනු ලැබේ. කෝප්පයක ඇතුළත බිත්තිවල සිහින් පැණි ස්තරයක් අපට ගැල්විය හැක. නැනෝ දඬු සෑදීමට නම් ද්‍රාවනයෙන් සිදුරු සම්පූර්ණයෙන් පුරවනු ලැබේ. ඊට පසු අච්චුව රත්කළ විට ද්‍රාවකය වාෂ්පීභවනය වී අවශ්‍ය ලෝහය පමණක් සිදුරුවල බිත්ති මත හෝ සිදුරු තුළ ඉතිරි වේ. මේ සඳහා යොදා ගත යුතු ද්‍රාවණය අච්චු ද්‍රව්‍යයට බොහෝ ද්‍රවකාමී විය යුතුය. එනම් අච්චු ද්‍රව්‍යය හොඳින් තෙත් කළ යුතුය. තෙත් නොකරන ද්‍රාවණයකින් මේ වැඩේ කළ නොහැකිය.

දැන් ඉතිං ඇලුමිනියම් අච්චුවෙන් වැඩක් නැත. වැඩේ කරගත්තට පස්සේ ආයේ තියන් ඉන්නේ මොකට ද? නේද? හැබැයි ඔගොල්ලෝ මෙහෙම වෙන්න එපා. කවදාවත් මුල අමතක කරන්න එපා. දැන් කරන්නේ මේකය. බට සහ දඬු සෑදීමට ගත් ලෝහයට හානියක් නොවන නමුත් ඇලුමිනියම් පමණක් දිය කර හැරිය හැකි අම්ලයක් භාවිත කොට ඇලුමිනියම් අච්චුවේ අවශ්‍ය කොටස් සෝදා හරිනු ලැබේ. එවිට ඉතිරි වන්නේ බට සහ දඬු පමණි. {ඇලුමිනියම් පාදම ***(base)*** එක හැර} මෙම පිරියම ***(treatment)*** "නිරේඛනය" ලෙසින් හැඳින්වේ.

නිරේඛනය යන්න අලුත් වචනයක් නොවේ. උදාහරණයක් වශයෙන් කැටයමක් කපන විට මෙම වචනය භාවිතා වේ. ලීයක කැටයමක් කැපීමට අවශ්‍ය නම් අවශ්‍ය රූපය ලැබෙන පරිදි (ඉතිරි වන පරිදි) අනවශ්‍ය ලී ටික සීරුවෙන් කපා (නියනකින් හා අතකොළුවකින්) ඉවත් කළ හැක. අවසානයේ දී අවශ්‍ය රූපය ලීයේ ඉස්මතු වී පෙනේ. එමනිසා කැටයම්කරුවා කපා ඇත්තේ අවශ්‍ය රූපය නොව රූපයට පරිබාහිර ඉතිරි ටිකය. නමුත් අන්තිමට අවශ්‍ය රූපය ලැබේ. පිළිමයක් මෙසේ ඇඹිය නොහැක.

ඉතා ඈත අතීතයේ සිටම සන ලෝහ තහඩුවල නිරේඛන පිරියම් මඟින් කැටයම් කපා ඇත. ප්‍රථමයෙන් ලෝහ තහඩුව මත ඉටි ස්තරයක් ආලේප කරයි. මේ ඉටි ස්තරය අවශ්‍ය තැන්වලින් කපා හෝ ඉරි ගසා (ලෝහ පෘෂ්ඨය හමු වන තෙක්) කැටයම් කරුවාට අවශ්‍ය වූ රූපයේ මායිම් සළකුණු කරගනු ලැබේ. දැන් ඉටි හා ප්‍රතික්‍රියා නොකරන ලෝහය පමණක් ද්‍රාව්‍ය වන අම්ලයක හෝ ද්‍රාවනයක තහඩුව ගිල්වනු ලැබේ. එවිට ඉටි ඉවත් කළ තැන්වලින් ද්‍රාවනය සිසාරා ගොස් ලෝහයේ අදාළ ස්ථාන පමණක් දිය කර හරිනු ලැබේ. අවසානයේ ඉටි ස්තරය ගලවා දැමූ විට අවශ්‍ය රූපය ලෝහ තහඩුවේ උඩට නෙරා පවතී. එවැනි ඉතා ප්‍රසිද්ධ කැටයමක් රූපයේ පෙන්වා ඇත.

(i) මෙහි පරමාර්ථය වනුයේ ධාරිත්‍රකයේ තහඩුවල සඵල වර්ගඵලය වැඩි කර ගැනීම මගින් ධාරිතාව වැඩි කර ගැනීමය. තහඩු විශාල කිරීමට අවශ්‍ය නැත. රන් නැනෝ දණ්ඩක් තහඩුවකට සම්බන්ධ වී ඇති අයුරු සලකන්න.



දණ්ඩේ වක්‍ර පෘෂ්ඨයේ වර්ගඵලය පහසුවෙන් සෙවිය හැක. $(2\pi rl = \pi dl)$ දණ්ඩේ නිදහස් කෙළවරේ ද යම් A වර්ගඵලයක් ඇත. නමුත් දණ්ඩ තහඩුවට ගැට ගැසී ඇති පෘෂ්ඨයේ වර්ගඵලයද A ම වේ. දණ්ඩ පමණක් සැළකුවහොත් ධාරිතාවට දායක වන සඵල පෘෂ්ඨ වර්ගඵලය $\pi dl + A$ වේ. තහඩුවේ ඒකක වර්ගඵලයක් ගත හොත් එහි රන්දඬු 10^{13} ක් ඇත. එමනිසා දඬු සියල්ලේම ධාරිතාවට දායක වන වර්ගඵලය $10^{13}(\pi dl + A)$ වේ. මෙහිදී A හි

අගය සෙවීමට අවශ්‍ය නොවේ. ඇයි? මෙම A අදාල තහඩු කොටසේ වර්ගඵලයට සමාන වේ. අදාළ යැයි මා අදහස් කළේ දණ්ඩ තහඩුවේ ස්පර්ශ වී ඇති වර්ගඵලයයි. එමනිසා තහඩුවේ ඒකක වර්ගඵලයක් සැළකුවහොත් දඬු සහිත තහඩුවේ සඵල වර්ගය $1+10^3\times \pi dl$ වේ. බොහෝ දරුවන්ට මේ එක අමතක වී තිබුණි. ඔවුන් සළකා තිබුණේ $10^3\times \pi dl$ පමණි. එනම් දඬුවල වක්‍ර පෘෂ්ඨයේ වර්ගඵලය පමණි. දඬුවල නිදහසේ කෙළවරේ ඇති තල පෘෂ්ඨය හරියට ම තහඩුවට *map* කළ හැක. වෙන විදියකට සිතුවොත් දඬු ඇති තැන්වල ඇති තහඩුවේ කොටස් දණ්ඩ ඉදිරියට පැමිණ ඇත්තාක් සේය.

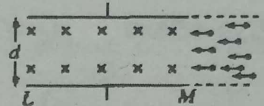
තවත් විදියකට ගණනය කළොත් ඒකක වර්ගඵලයක ඇති දඬුවල පෘෂ්ඨීක වර්ගඵලය $= 10^{13}\left[\pi dl + \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2\right]$

තහඩුවේ ඉතිරි වන (දඬු නැති හරියේ) වර්ගඵලය $= 1 - 10^{13}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2$

එමනිසා ධාරිතාවට දායක වන පෘෂ්ඨයේ වර්ගඵලය $= 10^{13}\pi dl + 10^{13}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 + 1 - 10^{13}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = 1 + 10^{13}\pi dl$

දඬු නෙරා ඇති නිසා මෙය හරියටම සමාන්තර තහඩු ධාරිත්‍රකයක් නොවේ. ධාරිත්‍රකයේ තහඩු අතර පරතරය නැනෝ දණ්ඩක උසට වඩා ඉතා විශාල බව උපකල්පනය කරන නිසා සමාන්තර තහඩු ධාරිත්‍රකයක් සේ සැළකීමේ එතරම් අවුලක් නැත.

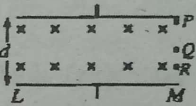
8. සර්වසම තල ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකක් එකිනෙකට සමාන්තරව d පරතරයක් සහිත ව (1) රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට තබා ඇත. රූපයේ දක්වා ඇති දිශාවට ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක අතර ප්‍රාව ඝනත්වය B වන චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ස්ථාපනය කළ හැකි ය. (1) රූපයේ දැක්වෙන ලෙසට LM ට සමාන්තරව υ වේගයකින් චුම්බක ක්ෂේත්‍ර ප්‍රදේශයට අයන කදම්බයක් ඇතුළු වේ. එක් එක් අයනයට m ස්කන්ධයක් ද $+q$ ආරෝපණයක් ද ඇත. කාලය $t = t_0$ දී චුම්බක ක්ෂේත්‍රය යොදනු ලැබේ. අයනවල චලිතයට ඒවා ගමන් කරන මාධ්‍යය මගින් බලපෑමක් ඇති නොවේ යැයි උපකල්පනය කරන්න.



(1) රූපය

(*a*) කාලය $t = t_0$ දී චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට ඇතුළු වන අයනයක් ගමන් කරන වෘත්තාකාර පථයේ අරය R සඳහා ප්‍රකාශනයක් υ, B, m සහ q ඇසුරෙන් ලබා ගන්න.

(*b*) (2) රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට $t = t_0$ දී P (ඉහළ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට ඉතා ආසන්නව), Q සහ R ස්ථානවලින් එක විටම චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට ඇතුළු වන අයන තුනක් සලකන්න. P ස්ථානයෙන් ක්ෂේත්‍ර ප්‍රදේශයට ඇතුළු වන අයනය LM ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ M කෙළවරේ යන්තමින් ගැවී ගමන් කිරීම සඳහා පැවතිය යුතු චුම්බක ප්‍රාව ඝනත්වය B සඳහා ප්‍රකාශනයක් υ, m, q සහ d මගින් ලබා ගන්න. (2) රූපය පිටපත් කර මෙම අවස්ථාවේ දී P, Q සහ R ස්ථානවලින් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයට ඇතුළු වන අයනයන්ගේ පථ, එහි ඇඳ දක්වන්න.



(2) රූපය

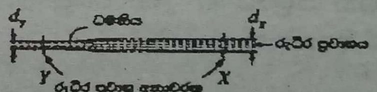
(c) LM ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ ගැටෙන අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩ පෘෂ්ඨය මත ක්‍රමයෙන් ඒකාකාර ව රැස් වේ යැයි උපකල්පනය කරන්න.

(i) අයන LM ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මත රැස් වන විට, රැස් වූ අයන නිසා ඉලෙක්ට්‍රෝඩ අතර ස්ථාපනය වන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ දිශාව කුමක් ද? විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙක අතර අවකාශයට පමණක් සීමා වන බව උපකල්පනය කරන්න.

(ii) අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මත එකතු වීම ආරම්භ වූ පසු ක්ෂේත්‍ර ප්‍රදේශයට ඇතුළු වන අයන සඳහා පථය වෘත්තයක කොටසක් නොවේ. මෙයට හේතුව කුමක් ද?

(iii) කිසියම් කාලයක් ගත වූ පසුව ක්ෂේත්‍ර ප්‍රදේශයට ඇතුළු වන අයන අපගමනය නොවී සරල රේඛාවක ගමන් කිරීමට පටන් ගනී. මෙම අවස්ථාවට (අනවරත අවස්ථාව) ළඟා වූ පසු ඉලෙක්ට්‍රෝඩ හරහා වෝල්ටීයතාවය V_s නම්, υ සඳහා ප්‍රකාශනයක් V_s, B සහ d ඇසුරෙන් ලබා ගන්න.

(*d*) රුධිරයේ ආරෝපිත අයන අඩංගු නිසා, ධමනි තුළින් රුධිර ප්‍රවාහ වේගය සෙවීමට ඉහත මූලධර්මය මත පදනම් වූ රුධිර ප්‍රවාහ අනාවරක භාවිත කළ හැක. මෙහි දී (3) රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ධමනියේ බිත්ති ස්පර්ශ වන ලෙස සමාන්තර තහඩු ඉලෙක්ට්‍රෝඩ දෙකක් සහිත, අනවරත අවස්ථාවේ දී ඉලෙක්ට්‍රෝඩ අතර වෝල්ටීයතාව මැනීමෙන් රුධිර ප්‍රවාහ වේග නිර්ණය කරනු ලැබේ.



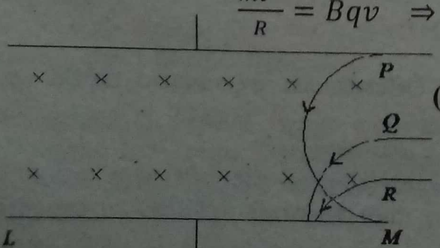
(3) රූපය

(i) ධමනියක කිසියම් X ස්ථානයක දී යොදන ලද චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ ප්‍රාව ඝනත්වය $B_X = 0.08\ \text{T}$ සහ X හි දී ඉලෙක්ට්‍රෝඩ හරහා මනින ලද වෝල්ටීයතාවය $V_X = 2.16\times 10^{-4}\ \text{V}$ නම්, ඉහත (c) (iii) හි ලබාගත් ප්‍රකාශනය භාවිතයෙන්, X හි දී රුධිර ප්‍රවාහයේ වේගය නිර්ණය කරන්න. X හි දී ධමනියේ අභ්‍යන්තර විෂ්කම්භය $d_X = 3\times 10^{-3}\ \text{m}$ වේ.

(ii) Y නම් වෙනත් ස්ථානයක ධමනියේ සිදු විය හැකි විෂ්කම්භයේ වෙනස් වීමක් පරීක්ෂා කිරීම සඳහා සමාන ආවුලීමක් Y හි සවිකර ලදී. Y හි දී යොදන ලද චුම්බක ක්ෂේත්‍රය $B_Y = 0.05\ \text{T}$ විට, Y හි ඉලෙක්ට්‍රෝඩ හරහා මනින ලද වෝල්ටීයතාවය $V_Y = 1.80\times 10^{-4}\ \text{V}$ වේ. Y හි දී ධමනියේ අභ්‍යන්තර විෂ්කම්භය d_Y සොයන්න.

(*a*)

$$\frac{mv^2}{R} = Bqv \quad \Rightarrow R = \frac{mv}{Bq}$$



(*b*) P වලින් ඇතුල් වන අයනය LM,ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ M කෙළවරේ යන්තමින් ගැවී ගමන් කිරීමේ අවශ්‍යතාවය සඳහා $R = \frac{d}{2}$

$$\therefore \frac{d}{2} = \frac{mv}{Bq} \quad \Rightarrow B = \frac{2mv}{dq}$$

P හි පථය ආසන්න වශයෙන් අර්ධ වෘත්තාකාර විය යුතුය.

Q වලින් ඇතුළු වන අයනය ආසන්න ලෙස ***M*** සිට ***d/2*** දුරකින් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සමග ගැටිය යුතුය.

R වලින් ඇතුළු වන අයනය ***P*** සහ ***Q*** ස්ථානවලින් ඇතුළු වන අයන ගැටෙන ලක්ෂ්‍ය අතර ස්ථානයකදී ඉලෙක්ට්‍රෝඩය හා ගැටිය යුතුය.

(*c*) (i) (සිරස්ව) ඉහළ දිශාවට හෝ $\uparrow$ දිශාව මගින් හෝ දිශාව රූප සටහනක ලකුණු කළ යුතුය.

(ii) <u>විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය</u> නිසා අයන මත අමතර <u>බලයක්</u> ඇති වන අතර (සම්ප්‍රයුක්ත බලය සැමවිටම අයනවල ප්‍රවේගයට ලම්බක නොවේ)

(iii) අයන අපගමනයකින් තොරව ගමන් කරන විට චුම්භක ක්ෂේත්‍රය නිසා ඇතිවන බලය විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය නිසා ඇති වන බලය මගින් තුලනය කෙරේ. E යනු අනවරත අවස්ථාවේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ අතර විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය නම්, $Bqv = qE$ නමුත්, $V_o = Ed$ $\quad \therefore v = \frac{V_o}{Bd}$

(*d*) (i) X හිදී රුධිර ප්‍රවාහ වේගය $\quad v_X = \frac{2.16\times10^{-4}}{0.08\times3\times10^{-3}} \quad \Rightarrow v_X = 0.9 \text{ m s}^{-1}$

(ii) සාන්තත්‍ය සමීකරණය යෙදීමෙන් $\pi \times \frac{d_X^2}{4} \times v_X = \pi \times \frac{d_Y^2}{4} \times v_Y \Rightarrow \frac{v_X}{v_Y} = \frac{d_Y^2}{d_X^2} = \frac{V_X}{B_X d_X} \times \frac{B_Y d_Y}{V_Y}$

$$\therefore d_Y = \frac{V_X B_Y}{V_Y B_X} d_X \quad ; \; d_Y = \frac{2.16\times10^{-4}\times0.05}{1.80\times10^{-4}\times0.08} \times 3 \times 10^{-3}$$

$$d_Y = 2.25 \times 10^{-3} \text{ (m)} \text{ හෝ } = 2.25 \text{ mm}$$

විකල්ප ක්‍රමය :

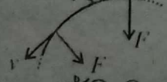
$v_Y = \frac{V_Y}{B_Y d_Y}$ සාන්තත්‍ය සමීකරණයට ආදේශ කිරීමෙන්; $\quad d_Y = \frac{d_X^2 v_X B_Y}{V_Y}$

$d_Y = \frac{(3\times10^{-3})^2\times0.9\times0.05}{1.80\times10^{-4}}$; $d_Y = 2.25 \times 10^{-3}$ (m) හෝ $d_Y = 2.25$ mm

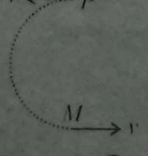
මට හිතෙන විදියට මුළු ප්‍රශ්න පත්‍රයේ ම ඉතා පහසු ප්‍රශ්න දෙක වන්නේ මෙය හා 09 *(A)* ප්‍රශ්නයයි. මේ ආකාරයේ ප්‍රශ්න කිහිප විටක් අසා ඇත.

(a) නිකම්ම කේන්ද්‍ර අභිසාරී බලය ***qvB*** ට සමාන කළ යුතුය.

(b) චුම්භක ක්ෂේත්‍රය කඩදාසිය තුළට ක්‍රියා කරන නිසාත් අයන ධන ආරෝපිත නිසාත් පහත පෙන්වා ඇති පරිදි අයන මත ***qvB(F)*** බලය ක්‍රියා කරයි.

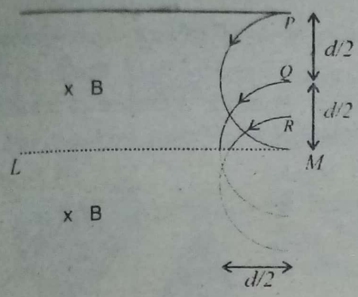


P ස්ථානයෙන් යමතමින් ඇතුළු වී ***M*** කෙළවරින් යමතමින් ඉවත්වේ නම් එම අයනයේ පථය අර්ධ වෘත්තයක් විය යුතුය. සෑම විටම ප්‍රවේගයේ දිශාව පථයට ස්පර්ශකව ක්‍රියා කරයි. ***P*** හිදී ***v*** හි දිශාව තිරසට වම් අතටය.



M හිදී ***v*** හි දිශාව තිරසට දකුණට වේ නම් ***P*** සහ ***M*** විෂ්කම්භයක දෙකෙළවර පිහිටිය යුතුය. එනම් පථයේ අරය ***R = d/2*** විය යුතුය.

මෙම පථය හරියට ඇඳ තිබ්බත් අනෙක් පථ දෙක බොහෝ දරුවන් නිවැරදිව ඇඳ නොතිබුණි. මෙම පථ නිවැරදිව ඇඳීමට ඇති සරලම ක්‍රමය වන්නේ චුම්භක ක්ෂේත්‍රය සෑම තැනකම ඇති බවට උපකල්පනය



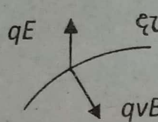
කිරීමය. මොහොතකට පහළින් ඇති තහඩුව ඉවත් කොට එම තහඩුවට යටිනුත් B පවතී යැයි සිතන්න. අයනවල q එකමය. v ද සමානය. m ද එකමය. එමනිසා B, තහඩුවට පහළිනුත් පැවතුණේ නම් සෑම අයනයකම පථයේ අරය $d/2$ විය යුතුය.

මෙසේ සිතුවොත් පථ නිවැරදිව ඇඳගත හැක. කටුවැඩ කොළයක සම්පූර්ණ පථ ඇඳ ඊටපසු අවශ්‍ය කොටස උත්තර පත්‍රයේ ඇන්දානම් හරිය.

බොහෝ දරුවන්ගේ Q වලින් ඇතුළු වන අයනය ආසන්න ලෙස M සිට $d/2$ දුරකින් LM තහඩුවට වැදී තිබුණේ නැත. ඊටත් වඩා බොහෝ සංඛ්‍යාවකගේ R වලින් ඇතුළු වන අයනය LM තහඩුවේ වැදී තිබුණේ Q වලින් ඇතුළු වන අයනය ගැටෙන තැනට එහායිනි. වමෙනි. කල්පනා නොකර නියාමම පථ ඇඳිය නොහැක.

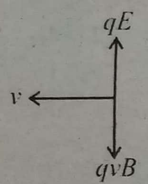
(c) (i) ඇත්තටම සිදුවිය හැක්කේ ධන අයන LM තහඩුව මතට ගැටුනු විට සන්නායක තහඩුවේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන එම අයන ලබා ගෙන අයන නිෂ්ක්‍රිය තත්වයට පත් වීමයි. තහඩුවෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉවත්වන නිසා එය ධන ලෙස ආරෝපිත වේ. මෙය ධන අයන ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මත රැස්වීමට සමකය. පහළ තහඩුව ධන ලෙස ආරෝපණය වන විට ඉහළ තහඩුවේ යට පැත්තේ ප්‍රේරිත සෘණ ආරෝපණ ඇතිවේ. මේ නිසා සිරස් ව ඉහළට (+ සිට −) විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් හට ගනී.

(ii)



දැන් අයන මත අමතර qE බලයක් හටගනී. වෘත්තයක හෝ වෘත්තාකාර පථයක යම් වස්තුවක් ගමන් කරන්නේ නම් ඒ මත ක්‍රියාකරන සම්ප්‍රයුක්ත බලය, ප්‍රවේගයේ දිශාවට ලම්බක විය යුතුය. අමතර qE බලය නිසා මේ අවශ්‍යතාව බිඳේ.

(iii) අපගමනය නොවී සරල රේඛාවක ගමන් කරවීමට නම් බල දෙක එකිනෙකින් නිෂේධනය විය යුතුය. මෙය



සිදු වීමට නම් අයන ඇතුළුවන විට ම $qE = qvB$ යන්න සාක්ෂාත් විය යුතුය. වෙන තැනක දී වෙලා වැඩක් නැත. ක්‍රමයෙන් E හි විශාලත්වය වැඩි වන නිසා යම් අවස්ථාවකදී $qE = qvB$ ලඟා කර ගත හැක. එවිට අයනය මත සිරස් සම්ප්‍රයුක්ත බලයක් නැත. එය ශුන්‍ය වේ. එමනිසා අයනය ඇතුළු වූ v ප්‍රවේගය දිගටම පවතී. මෙවැනි ගැටළු වලදී කොහොමටත් බර (mg) ගණන් ගන්නේ නැත. ගුරුත්වාකර්ෂණ බල විද්‍යුත් හා චුම්භක බලවලට සාපේක්ෂව ***peanuts.***

මින්පසු අයන පහළ ඉලෙක්ට්‍රෝඩයේ නොගැටෙයි. එබැවින් තහඩු අතර හටගැණුනු විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය මින්පසු වැඩි වීමක් නොපෙන්වයි. එනම් තහඩු අතර වෝල්ටීයතාව ද නොවෙනස්ව පවතී. අනවරත අවස්ථාව යනුවෙන් හැඳින්වෙන්නේ මෙයයි.

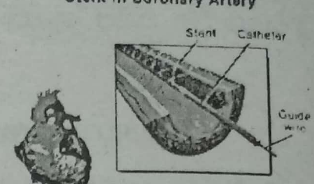
(d) (i) දැන් *(c)* (iii) අවස්ථාව භාවිත කොට ධමනියක රුධිර ප්‍රවාහයේ වේගය (v) නිර්ණය කළ හැක. ඉහත ලබා ගත් සම්බන්ධය ($v = \frac{V_0}{Bd}$) q සහ m ගෙන් ස්වායත්තය. රුධිරයේ නොයෙක් අයන වර්ග පවතී. (Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}) ඒවායේ ස්කන්ධ හා ආරෝපණ ($+e$, $+2e$) වෙනස්ය. ඉහත ප්‍රකාශනය ස්කන්ධය හා/හෝ ආරෝපණ මත රඳා පැවතියේ නම් මෙම ක්‍රමයෙන් v නිවැරදිව සෙවිය නොහැක. නමුත් ප්‍රකාශනය m සහ q මත රඳා නොපවතින නිසා අයන සියල්ලම රුධිරය සමඟ එකම වේගයකින් ගමන් කරන්නේ යැයි සැළකුවහොත් මෙම ක්‍රමයෙන් රුධිර ප්‍රවාහයේ වේගය නිර්ණය කළ හැක. ඇත්තේ ආදේශය පමණි. 2.16, 3 න් බෙදූ විට 0.72 ක් ලැබේ. 0.72 , 8 න් ටක් ගාලා බෙදේ.

(ii) දැන් ධමනිය පටු වී ඇති ස්ථානයක රුධිරයේ වේගය සෙවීම සඳහා ද මෙම ක්‍රමයම භාවිත කළ හැක. d (විෂ්කම්භය) වෙනස් වන නිසා v ද වෙනස් වේ. d අඩුවන නිසා v වැඩිවේ. $v = \frac{V_0}{Bd}$ ට අනුව V_o සහ B දී තිබ්බත් මෙම සම්බන්ධයෙන් පමණක් d සෙවිය නොහැක. එමනිසා තවත් සම්බන්ධතාවයක් ගැන සිතිය යුතුය. එවිට $A_1v_1 = A_2v_2$ මතක් විය යුතුය. මෙය අමතක වුනොත් ඉදිරියට යා නොහැක. දැන් සමීකරණ දෙකක් ඇති නිසා නොදන්නා d_y ද අවශ්‍යනම් v_y ද සෙවිය හැක. මේ ප්‍රශ්නයේ වාසිය වන්නේ සංඛ්‍යා හොඳට සුළු වීමය. පළමු ක්‍රමයට අනුව පළමුව සංකේත ඇසුරෙන් ලියා පසුව ආදේශ කිරීම බොහෝ දරුවන් අනුගමනය නොකරයි. ඔවුන් තෝරා ගන්නේ විකල්ප ක්‍රමයයි.

මෙම ක්‍රමයේ ප්‍රායෝගික පැත්ත ගැන යමක් දැන ගැනීම හොඳය. මේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ ධමනිය තුළට ඇතුළු කළ යුතුය. ධමනියට පිටින් තබා මෙම අනාවරණය කළ නොහැක. ඉලෙක්ට්‍රෝඩ මත අයන ගැටිය යුතුය. නැතිනම් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් හට නොගනී. වෛද්‍යවරුන්ට රුධිර නාල තුළට මෙවැනි ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යැවිය හැක. මේවා ඉතා කුඩා ඉලෙක්ට්‍රෝඩ වේ. විශේෂයෙන්ම කොලෙස්ටරෝල් බැඳී හදවත සමීපයේ ධමනි හිර ව විට අතේ මැණික් කටුව

ළඟ ඇති රුධිර නාලය සිදුරු කොට දැලිසක් සහිත තුනී ලෝහ බට රුධිර නාල ඔස්සේ අවශ්‍ය තැනට ටිකෙන් ටික තල්ලු කළ හැක (රූප බලන්න). මෙය *stents* දැමීම ලෙස හැඳින්වේ. කොලෙස්ටරෝල් බැඳී ඇති තැන්වල මේ බට හිර කොට එවැනි ස්ථානවල ධමනිය පළල් කළ හැක. *stents* යන ගමන් මාර්ගය නිරීක්ෂණය කරන්නේ පළමුව නාලය තුළට විකිරණශීලී "ඩයි" වර්ගයක් එන්නත් කිරීමෙනි. එමගින් විමෝචනය වන γ කිරණ, γ කැමරාවක් ආධාරයෙන් අනාවරණය කර ගත හැක. එවිට රුධිර නාලයේ ඡායාරූපයක් අනාවරකයේ තිරය මත දිස් වේ. විශේෂයෙන් ම ධමනි හරහා හදවත රුධිරය පොම්ප කරන බැවින් ධමනිවල කොලෙස්ටරෝල් බැඳී නාල පටු වීම භයානකය. මෙම ප්‍රශ්නයේ ද ධමනියක් තුළ රුධිර වේගය සොයන්නේ ඒ නිසාය. *stent* දාන විදියටම කුඩා ඉලෙක්ට්‍රෝඩ ද ධමනි තුළට යැවිය හැක.

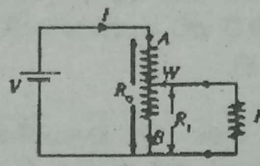
Stent in Coronary Artery



රුධිරයේ සෘණ ආරෝපණ ද (Cl^-) ඇති නිසා ප්‍රශ්නයට අදාල ක්‍රමය *upset* වෙයිද? එසේ වන්නේ නැත. සෘණ ආරෝපණ උත්ක්‍රම වන්නේ ඉහළ ඉලෙක්ට්‍රෝඩය වෙතය. එමනිසා ඉලෙක්ට්‍රෝඩ අතර ජනිත වන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ දිශාවට මෙමගින් බලපෑමක් නැත. ධන අයන පහළ තහඩුවට ද සෘණ අයන ඉහළ තහඩුවට ද ප්‍රථමයෙන් උත්ක්‍රම වේ.

9. (A) කොටසට හෝ (B) කොටසට හෝ පමණක් පිළිතුරු සපයන්න.

(A) (a) මුළු ප්‍රතිරෝධය R_0 වූ AB විභව බෙදනයක් R_L භාර ප්‍රතිරෝධයකට විචල්‍ය වෝල්ටීයතාවක් ලබා දීමට භාවිත කරනු ලැබේ. (1) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි විභව බෙදනය වෝල්ටීයතාව V වූ ජව සැපයුමකට සම්බන්ධ කර ඇත.



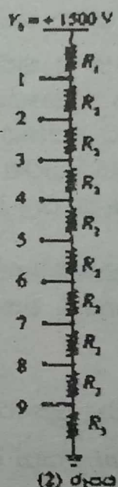
(1) රූපය

(i) විභව බෙදනයේ B ලක්ෂ්‍යය සහ W සර්පණ සැලිරය අතර කොටසෙහි ප්‍රතිරෝධය R_1 වන විට, A සහ B අතර සමක ප්‍රතිරෝධය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ව්‍යුත්පන්න කරන්න.

(ii) භෞතික තර්කයක් මගින් හෝ වෙනත් ක්‍රමයකින් A සහ B අතර පැවතිය හැකි අවම සහ උපරිම ප්‍රතිරෝධ පිළිවෙළින් $\frac{R_0 R_L}{R_0 + R_L}$ සහ R_0 බව පෙන්වන්න.

(iii) $R_0 = 5\,k\Omega$ නම්, W සර්පණය A සිට B දක්වා චලනය කරන විට පරිපථයේ I ධාරාවේ විචලනය 1% දක්වා පමණක් ඉඩ සලසන R_L හි අවම අගය ගණනය කරන්න.

(b) (2) රූපයේ පෙන්වා ඇති විභව බෙදනයේ, 1–9 දක්වා ඇති අග්‍ර, එක්තරා උපකරණයක ඉලෙක්ට්‍රෝඩ (රූපයේ පෙන්වා නැත) 9 ක් සඳහා ධාරා සැපයීමට භාවිත කරනු ලැබේ. R_1, R_2 සහ R_3 ප්‍රතිරෝධක සඳහා අගයන් තෝරා ඇත්තේ, ඉලෙක්ට්‍රෝඩ විභව බෙදනයට සම්බන්ධ කර නොමැති විටදී, විභව බෙදනය සඳහා V_0 වෝල්ටීයතාවයක් යෙදූ විට, R_1 ප්‍රතිරෝධය හරහා ඇති වන වෝල්ටීයතාව එක් එක් R_2 ප්‍රතිරෝධයක් හරහා ඇති වන වෝල්ටීයතාව මෙන් 4 ගුණයක් වන සේ ද, R_3 හරහා වෝල්ටීයතාව R_2 හරහා වන එම අගය මෙන් 3 ගුණයක් ද වන සේ ය.



(2) රූපය

(i) $V_0 = 1500$ V සහ විභව බෙදනය හරහා ධාරාව 1 mA නම්, R_1, R_2 සහ R_3 ගණනය කරන්න.

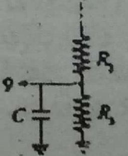
(ii) 9 වැනි අග්‍රය මගින් පමණක් [illegible] සම්බන්ධ කර ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට 5 μA ධාරාවක් 1 μs කාලාන්තරයක් තුළ ලබා දිය යුතු අවස්ථාවක් සලකන්න. මෙම කාලාන්තරය තුළ විභව බෙදනයෙන් ඉහත ධාරාව ලබා දීම නිසා R_3 හරහා ඇති වන වෝල්ටීයතාවෙහි අඩුවීම ගණනය කරන්න. 1 අග්‍රයේ සිට 9 අග්‍රය දක්වා විභව බෙදනය හරහා ධාරාව 1 mA හි නොවෙනස්ව පවතින බව උපකල්පනය කරන්න.

(iii) ඉහත (b) (ii) මෙන් කුඩා කාලාන්තර සඳහා ධාරා ඇඳගන්නා අවස්ථාවල දී (3) රූපයේ පෙන්වා පරිදි R_3 හරහා සම්බන්ධ කර ඇති ධාරිත්‍රකයේ ගබඩා වී ඇති ආරෝපණ මගින් එම ධාරාව ලබා දීමෙන් අග්‍ර අතර ඇති වන වෝල්ටීයතා බැස්ම, අවම කර ගත හැකි ය.

(1) 5 μA ධාරාව මගින් 1 μs කාලාන්තරය තුළ දී රැගෙන යන ආරෝපණ ප්‍රමාණය ΔQ ගණනය කරන්න.

(2) (3) රූපයේ පෙන්වා ඇති ධාරිතාව C වන ධාරිත්‍රකය මගින් මෙම ΔQ ආරෝපණ ප්‍රමාණය ලබා දෙන්නේ නම්, ධාරිත්‍රකයේ වෝල්ටීයතාවයේ අඩුවීම ΔV, සඳහා ප්‍රකාශනයක් ΔQ සහ C ඇසුරෙන් ලියන්න.

(3) මෙම වෝල්ටීයතා අඩුවීම 0.05 V ට සීමා කිරීමට නම්, R_3 හරහා සම්බන්ධ කළ යුතු ධාරිත්‍රකයේ අගය සොයන්න.



(3) රූපය

(a) (i) A හා B අතර සමක ප්‍රතිරෝධය $(R_{eq}) = R_0 - R_1 + \frac{R_1 R_L}{R_1 + R_L}$

(ii) R_L ප්‍රතිරෝධය R_1 සමග සමාන්තරගතව පැවතීමෙන් ඇතිවන බලපෑම වන්නේ R_1 හි සඵල ප්‍රතිරෝධය අඩු කිරීමයි. එමනිසා R_L ප්‍රතිරෝධය පරිපථයේ නොමැති විට විභව බෙදනයට AB අතර උපරිම ප්‍රතිරෝධයක් ලැබෙන අතර එහි අගය R_0 වේ.

R_1 අගය R_0 සමාන වන විට ඉහත සඳහන් කල බලපෑමද උපරිම වේ. එවිට A හා B අතර සඵල ප්‍රතිරෝධය අවම වන අතර එහි අගය $\frac{R_0 R_L}{R_0 + R_L}$ වේ.

<u>හෝ</u> (i) හි ඇති ප්‍රකාශනයට අනුව $(R_{eq}) = R_0 - R_1\left(1 - \frac{R_L}{R_1+R_L}\right)$. මෙම අගය උපරිම වන්නේ $R_1 = 0$ වූ විටවන අතර එවිට අගය R_0 වේ. (R_{eq}) අගය අවම වන්නේ ඉහත ප්‍රකාශනයේ දෙවන පදය උපරිම වන විට වන අතර මෙය සිදුවන්නේ R_1 එහි උපරිම අගය (එනම් R_0) ලබා ගන්නා විටය

එවිට ඉහත ප්‍රකානයෙන් $(R_{eq})_{min} = \frac{R_0R_L}{R_0+R_L}$

(iii) $\frac{\frac{R_0R_L}{R_0+R_L}}{R_0} = \frac{99}{100}$ <u>හෝ</u> $\frac{R_L}{R_0+R_L} = \frac{99}{100}$ $\Rightarrow A$ $100R_L = 99R_L + 99 \times 5000 \Rightarrow R_L = 495\ \text{k}\Omega$

(b) (i) R_2 ප්‍රතිරෝධකය හරහා විභව අන්තරය V ලෙස ගනිමු එවිට, $4V + 8V + 3V = 1500 \Rightarrow V = 100\ \text{V}$

$R_2 = \frac{100}{1} = 100\ \text{k}\Omega$ $\therefore R_1 = 400\ \text{k}\Omega$ සහ $R_3 = 300\ \text{k}\Omega$

(ii) ඉලෙක්ට්‍රෝඩය සම්බන්ධ කළවිට R_3 හරහා ධාරාව $= 995\ \mu\text{A}$

$\therefore$ R_3 ප්‍රතිරෝධය හරහා වෝල්ටීයතා අඩුවීම (ΔV) $\Delta V = 300 - 300 \times 10^3 \times 995 \times 10^{-6}$

$= (300 - 298.5) = 1.5\ \text{V}$

<u>හෝ</u> $\Delta V = \Delta I \times R = 5 \times 10^{-6} \times 300 \times 10^3 = 1.5\ \text{V}$

(iii) (1) $\Delta Q = 5 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-12}\text{C}$

(2) $\Delta V = \frac{\Delta Q}{C}$

(3) $C = \frac{5\times10^{-12}}{0.05} = 10^{-10}\text{F}$ (හෝ 100 pF)

(a) සහ *(b)* කොටස් එකිනෙකින් ස්වායත්තය. මෙවැනි විභව බෙදුම් පරිපථ ඕන තරම් පසු ගිය ප්‍රශ්න පත්‍රවල ඇත.

(i) කොහොමටත් R_1 සහ R_L සමාන්තරගත වේ. ඒ ප්‍රතිරෝධ දෙකේ සමක ප්‍රතිරෝධය $\frac{R_1R_L}{R_1+R_L}$වේ. මෙයට ඉතිරි ප්‍රතිරෝධය වන $R_0 - R_1$ ශ්‍රේණිගතය.

(ii) උපරිම ප්‍රතිරෝධය R_0 වන බවට තර්ක කිරීම නිකම්ම කළ හැක. AB අතරට කුමන ප්‍රතිරෝධයක් හෝ සමාන්තරගත වූ විට එමගින් සඵල ප්‍රතිරෝධය අඩු කරයි. එමනිසා උපරිමය ලැබෙන්නේ කා එක්කවත් සමාන්තරගත නොවූ විටය. අවමය ලැබෙන්නේ R_0 මුළුමනින්ම R_L ට සමාන්තරගත වූ විටය. එවිට ශ්‍රේණිගත කිසිම කෑල්ලක් නැත. විකල්ප ක්‍රමයට අනුව ගණිතයෙන් වුවද තර්කය ගොඩ නැගිය හැක.

$$R_{eq} = R_0 - R_1\left(1 - \frac{R_L}{R_1 + R_L}\right)$$

මෙහි විචල්‍යය වන්නේ R_1ය. අනෙක්වා නියතය. අන්තරයක උපරිමය ලැබෙන්නේ කිසිවක් අඩු නොකළ විට ය. එනම් දෙවන පදය ශුන්‍ය විය යුතුය. එය සිදුවන්නේ $R_1 = 0$ වන විටය.
එමෙන්ම අන්තරයක අවමය ලැබෙන්නේ අඩු කරන ප්‍රමාණය උපරිම වන විටය. එනම් R_1 උපරිම වන විට ය. R_1 උපරිම වන විට $R_1 + R_L$ උපරිම වේ. එවිට $\frac{R_L}{R_1+R_L}$ අවම වේ. එනම් $\left(1 - \frac{R_L}{R_1+R_L}\right)$ උපරිම වේ. R_1 උපරිම වන්නේ $R_1 = R_0$ වන විටය.

මෙච්චර තර්ක නැතත් සරල ව මේ විදියට ද තර්ක කළ හැක. AB අතර උපරිම ප්‍රතිරෝධය ලැබෙන්නේ සර්පන ස්පර්ශකය පහළටම *(B කරා)* ගෙන ආ විටය. එවිට AB අතර ප්‍රතිරෝධය R_0 වේ. R_0 ට වැඩියෙන් තව කොහේ ගන්නද? අවමය ලැබෙන්නේ සර්පන ස්පර්ශකය A කරා ගෙන ආ විටය. එවිට R_0 සහ R_L එකිනෙකට සමාන්තරගත වේ. සේරම ටික අනෙකෙකු හා සමාන්තරගත වූ විට (බෙදා හදා ගත් විට) ලැබෙන්නේ අවමයක් නොවේද?

(iii) වැඩිම ධාරාව ගලන්නේ සමක ප්‍රතිරෝධය අවම වූ විටය. අඩුම ධාරාව ගලන්නේ සමක ප්‍රතිරෝධය උපරිම වූ විටය. මෙම ධාරා වෙනස 1% ක් නම් ගලන උපරිම ධාරාව 100 ක් නම් අවම ධාරාව 99 ක් විය යුතුය. එසේ නම් අවම සහ උපරිම ප්‍රතිරෝධ අතර අනුපාතය 99 ට 100 ක් විය යුතුය. ළමයින් මෙහෙම හදන්නේ නැත. මේ *M.C.Q* විධියයි.

ගලන අවම ධාරාව i_1 නම් , $i_1 = \frac{V}{R_0}$ ගලන උපරිම ධාරාව i_2 නම් , $i_2 = \frac{V(R_1+R_L)}{R_0 R_L}$

$$\frac{i_2-i_1}{i_2} = \frac{1}{100} \quad \Rightarrow \quad 1-\frac{i_1}{i_2} = \frac{1}{100} \quad \Rightarrow \quad \frac{i_1}{i_2} = 1-\frac{1}{100} = \frac{99}{100}$$

$$\frac{V}{R_0}\frac{R_0 R_L}{V(R_1+R_L)} = \frac{99}{100} \quad \Rightarrow \quad \frac{R_L}{(R_1+R_L)} = \frac{99}{100}$$

$\frac{i_2-i_1}{i_1} = \frac{1}{100}$ ලෙස ගත්තොත් වරදී. ප්‍රශ්නයේ <u>*A* සිට *B*</u> දක්වා චලනය කරන විට *I* ධාරාවේ විචලනය ප්‍රතිශතයක් ලෙස දී ඇත. *A* මුල් පිහිටීමය. *B* අවසාන පිහිටීමය. එමනිසා ප්‍රතිශතය ගත යුත්තේ මුල් පිහිටීමට සාපේක්ෂව ය. *A* හිදී ධාරාවේ උපරිම අගය (i_2) ලැබේ. එමනිසා $i_2 - i_1$ බෙදිය යුත්තේ i_2 වලින් මිස i_1 වලින් නොවේ.

(b) දිගට වගේ තිබ්බට මේ කොටස ද ඉතා සරල ය. මෙවැනි විභව බෙදනයක් ප්‍රකාශ ගුණක බටයකට ***(Photomultiplier tube)*** වෝල්ටීයතා සැපයීමට භාවිත කරනු ලැබේ. මේ පිළිබඳ විස්තරයක් පසුව දක්වා ඇත.

(i) නිකම් අංක ගණිතයය. පළමු සහ අවසාන ප්‍රතිරෝධක හැර ඉතිරි සියල්ලේම ප්‍රතිරෝධ සමානය. ඒවා හරහා වෝල්ටීයතාව බෙදෙන ආකාරය ප්‍රශ්නයේ දී ඇත. පළමු ප්‍රතිරෝධකය හරහා වෝල්ටීයතාවය හා අවසාන ප්‍රතිරෝධකය හරහා වෝල්ටීයතාව අනෙක්වා හරහා වෝල්ටීයතාවයට වඩා වැඩිය. මෙයට හේතුව පසුව තේරේවි.

R_2 ප්‍රතිරෝධකය හරහා වෝල්ටීයතාව V නම්, R_2 ඒවා අට හරහා වෝල්ටීයතාව $8V$ වේ. R_1 හරහා වෝල්ටීයතාව $4V$ ද R_3 හරහා වෝල්ටීයතාව $3V$ ද වේ. මේ සියල්ලේ එකතුව 1500 ට සමාන විය යුතුය. මෙමගින් V හි අගය සොයා ප්‍රතිරෝධ හරහා ගලන ධාරාව දී ඇති නිසා අදාළ ප්‍රතිරෝධ සෙවිය හැක.

මේ ක්‍රමය ද භාවිතා කළ හැක. සෑම ප්‍රතිරෝධයක් හරහා ම යන්නේ එකම ධාරාවක් නිසා (ශ්‍රේණිගත සැකැස්මකි) $R_1 = 4R_2$ ද $R_3 = 3R_2$ ද විය යුතුය. එමනිසා

$$(4R_2 + 8R_2 + 3R_2)\, 10^{-3} = 1500$$

$$15\, R_2 = 1500 \times 10^3 \quad \rightarrow \quad R_2 = 100\ \mathrm{k\Omega}$$

(ii) ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට $5\ \mu A$ ධාරාවක් ඇද ගත් පසු R_3 හරහා ගලන්නේ $995\ \mu A$ ධාරාවකි. $1\ mA = 1000\ \mu A$. දැන් R_3 හරහා විභව බැස්ම $995 \times 10^{-6} \times 300 \times 10^3$ V කි. පෙර පැවති $300\ V$ න් මෙය අඩු කළ විට වෝල්ටීයතාවයේ අඩුවීම ගණනය කළ හැක. නැත්නම් R_3 හරහා විභව අන්තරය V නම් $V = IR_3$. R_3 වෙනස් නොවන නිසා $\Delta V = \Delta I \times R_3$ ලෙස ලිවිය හැක. I හි ΔI වෙනසකට V හි ඇති වන වෙනස ΔV වේ. මෙමගින් කෙළින්ම ΔV සෙවිය හැක. මෙය කෙටි ක්‍රමයකි.

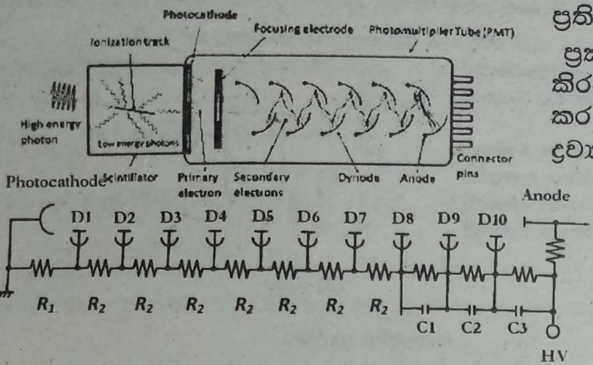
(iii) R_3 හරහා ධාරිත්‍රකයක් සම්බන්ධ කිරීම මගින් R_3 හරහා ඇතිවන විභව බැස්මේ වෙනස අවම කර ගත හැක. ධාරිත්‍රකයේ ගබඩා වී ඇති ආරෝපණය R_3 හරහා විසර්ජනය වීමෙන් ඇතිවන ධාරාවෙන් ජනිත වන විභව අන්තරයෙන් R_3 හරහා අඩු වූ වෝල්ටීයතාව සමනය කරයි. මෙය සිදු වන්නේ මෙසේය. මුලින් ඉලෙක්ට්‍රෝඩයට ධාරාවක් ඇද නොගන්නේ යැයි සිතමු. ධාරිත්‍රකය ආරෝපණය වී ඇති නිසා R_3 හරහා වෝල්ටීයතාව ධාරිත්‍රකය තහඩු හරහා ඇති වෝල්ටීයතාවයට සමානය. R_3 ට ධාරිත්‍රකය සම්බන්ධ කොට ඇත්තේ සමාන්තරගතවය. එමනිසා අනවරත අවස්ථාවේ දී ධාරිත්‍රකය හරහා වෝල්ටීයතාවය R_3 හරහා වෝල්ටීයතාවයට සමාන විය යුතුය.

දැන් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය කරා යම් ධාරාවක් ගැලූ විට R_3 හරහා වෝල්ටීයතාව අඩුවේ. එවිට ධාරිත්‍රකය හරහා වෝල්ටීයතාව R_3 හරහා පවතින වෝල්ටීයතාවට වඩා වැඩි නිසා ධාරිත්‍රකයෙන් යම් ආරෝපණ ප්‍රමාණයක් (ΔQ) R_3 හරහා විසර්ජනය වේ. මෙයින් ගලන ධාරාවෙන් හටගැනෙන වෝල්ටීයතාවයෙන් R_3 හරහා අඩු වූ වෝල්ටීයතාව ප්‍රතිස්ථාපනය වේ. ධාරිත්‍රකය හා R_3 අතර වෝල්ටීයතා සම වූ පසු විසර්ජනය නවතී. ධාරිත්‍රකයක් හරියට ගබඩා කාමරය වගේය. කාමරයෙන් අවශ්‍ය ටික දී නැවත දොර වසා ගන්නේ ය.

(1) $Q = It \rightarrow \Delta Q = \Delta I t$ $\quad \Delta I = 5\ \mu A$; $\quad t = 10^{-6}\ s$ $\quad$ (2) $V = \frac{Q}{C} \rightarrow \Delta V = \frac{\Delta Q}{C}$

(3) ආදේශය පමණි. ධාරිත්‍රකයේ වෝල්ටීයතා අඩු වීම 0.05 V ය. මෙම අඩු වීමෙන් R_3 හි වෝල්ටීයතා අඩු වීම වන 1.5 V ක ප්‍රමාණයක් පියවිය හැක. තවත් C හි අගය විශාල කළේ නම් ධාරිත්‍රක වෝල්ටීයතා අඩුවීම තවත් අඩු කළ හැක. ධාරිත්‍රකයක ආරෝපණය විසර්ජනය වන්නේ ඝාතීයවය ***(exponential)***. මුලින් එක විටම ගොඩක් ආරෝපණය විසර්ජනය වේ. එමනිසා R_3 හරහා වෝල්ටීයතා බැස්ම වන 1.5 V ඉක්මණින් පියවිය හැක. ධාරිතාව විශාල කර ගැනීමෙන් ΔQ ට අදාල ΔV අඩු කර ගත හැක $(\Delta V = \frac{\Delta Q}{C})$. හොඳ ගබඩාවක හැටි මෙහෙමය. ගබඩාවෙන් බඩු එළියට දැම්මා කියා ගබඩාවේ බඩු ගොඩක් ඇත්නම් ගබඩාවට එය එතරම් දැනෙන්නේ නැත.

පෙර සඳහන් කළ ප්‍රකාශගුණක බටයක හා එහි ඉලෙක්ට්‍රෝඩ (ඩයිනෝඩ) වලට වෝල්ටීයතාව සපයන ප්‍රතිරෝධක දාමයක රූප මෙහි පෙන්වා ඇත.



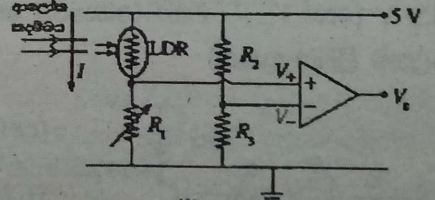
ප්‍රකාශගුණක බටයක් *(PMT)* භාවිතා කරන්නේ X කිරණ, γ කිරණ වැනි අධි ශක්ති විද්‍යුත් චුම්භක පෝටෝන අනාවරණය කර ගැනීමට ය. බටයේ මතු පිට වීදුරු ආවරණය මත උදිළුම් ද්‍රව්‍යයක් ***(scintillation material)*** තබා ඇත. උදිළුම් ද්‍රව්‍යයක් මගින් එය තුළට ගමන් කරන X කිරණ, γ කිරණවල ශක්තිය ආලෝකය බවට (බොහෝ විට පාරජම්බුල ආලෝකය) හරවයි. මෙම ආලෝකය, බටයේ මතුපිට පෘෂ්ඨයට යටින් ආලේප කොට ඇති ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ලෝහයක් *(Na , K , Cs* වැනි) මතට පතනය වී ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ආවරණය සිදු වී ඉලෙක්ට්‍රෝන නිපදවයි. මේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ක්‍රමයෙන් පහළට යන විට ත්වරණය කරනු ලැබේ. බටයේ ඉලෙක්ට්‍රෝඩ හෙවත් ඩයිනෝඩ *(dynodes)* සමූහයක් රටාවකට අනුව ස්ථානගත කොට ඇත.

ත්වරණය වී පැමිනෙන ඉලෙක්ට්‍රෝන මේ ඩයිනෝඩ ලෝහ පෘෂ්ඨ මත හයියෙන් වැදුණු විට ලෝහයෙන් ඉලෙක්ට්‍රෝන සමූහයක් විමෝචනය කරයි. මේවාට ද්විතීයික ඉලෙක්ට්‍රෝන ***(secondary electrons)*** කියා කියනු ලැබේ. පතනයවන ඉලෙක්ට්‍රෝනවල ශක්තිය වැඩි වන්නට වැඩි වන්නට මේ ශක්තිය නිසා විමෝචනයවන ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාව ද වැඩි වේ. ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණය ගුණනය (වර්ධනය වේ.) අන්තිමට සෑහෙන ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයක් රැස් කර ගත හැක. එනම් මැනිය හැකි ධාරාවක් (ප්‍රතිරෝධයක් හරහා යැවූ විට වෝල්ටීයතාවයක්) අන්තිමට ලබා ගත හැක. මෙම ධාරාව/වෝල්ටීයතාවය මුලින්ම පැමිණුනු X කිරණ, γ කිරණවල ශක්තියට සමානුපාතිකය. X කිරණ හා γ කිරණ අනාවරණය කළ යුතු වෛද්‍ය විද්‍යා කටයුතුවලදී මෙවැනි ප්‍රකාශ ගුණක බට බහුලව භාවිතා වේ.

R_1 අනෙක් ප්‍රතිරෝධකවලට වඩා විශාල කර ඇත්තේ ප්‍රකාශ විද්‍යුත් ආවරණයෙන් ලැබෙන ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයට මුලින් ම ඉහල ත්වරණයක් ලබා දීම සඳහාය. R_1 විශාල වූ විට පළමු පියවරේදී ම ඉලෙක්ට්‍රෝන වැඩි විභව අන්තරයක් හරහා යයි. එමගින් ඉලෙක්ට්‍රෝන අයත් කර ගන්නා වේගය ඉහළය. අන්තිම පියවරේදී ***(final stage)*** ප්‍රතිරෝධය වැඩි කොට ඇත්තේ සැළකිය යුතු වෝල්ටීයතාවයක් මැනීම සඳහාය. මෙම වෝල්ටීයතා ස්ථාවරව පවත්වා ගැනීම සඳහා අවසාන පියවර කිහිපයේ දී ධාරිත්‍රක සමාන්තරගතව සම්බන්ධ කොට ඇත. සාමාන්‍යයෙන් මෙවැනි බටයක කැතෝඩයෙන් නික්මෙන එක් ඉලෙක්ට්‍රෝනයකට අවසානයේදී 10^4-10^8 ඉලෙක්ට්‍රෝන සංඛ්‍යාවක් ලබා ගත හැක. *PMT* එකකින් *IR*, දෘශ්‍ය හා *UV* ආලෝකය ද අනාවරණය කර ගත හැක.

(B) (*a*) 741 කාරකාත්මක වර්ධකයක් සඳහා ප්‍රදාන-ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතා ලාක්ෂණිකය ඇඳ රේඛීය සහ සංතෘප්ත ප්‍රදේශ නම් කරන්න.

(*b*) රාත්‍රී කාලයේ දී පරිශ්‍රයකට අනවසරයෙන් ඇතුළුවන්නෙකු වන (I) අනාවරණය කර ගැනීම සඳහා පරිපථයක් සැලසුම් කළ යුතුව ඇත. එම ක්‍රියාව සඳහා භාවිත කළ හැකි පරිපථයක කොටසක් (1) රූපයේ පෙන්වා ඇත.



(1) රූපය

ආලෝකය මත රඳා පවතින ප්‍රතිරෝධකයක් (LDR යක්) මතට (1) රූපයේ පෙනෙන පරිදි පටු ආලෝක කදම්බයක් අඛණ්ඩව පතිත වීමට සලස්වා ඇත. කාරකාත්මක වර්ධකය ක්‍රියාත්මක විය යුත්තේ V_0 එහි සංතෘප්ත වෝල්ටීයතා වන ±10V හි පවතින සේ ය.

(i) අපවර්තන ප්‍රදානයේ (V_-) හි වෝල්ටීයතාව 3.5 V හි තබා ඇති නම්, R_2 හි අගය ගණනය කරන්න. R_3 හි අගය 7000 Ω ලෙස ගන්න.

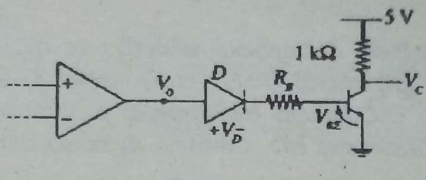
(ii) LDR ය මත ආලෝකය අඛණ්ඩව පතිත වන විට, අපවර්තන ප්‍රදානය (V_-) සහ අපවර්තනය නොවන ප්‍රදානය (V_+) අතර වෝල්ටීයතා වෙනස 0.5 V හි පවත්වා ගැනීමට තීරණය කර ඇත. මෙම තත්ත්වය යටතේ V_0 ප්‍රතිදානයේ +10 V අගයක් ලබා ගැනීම සඳහා තිබිය යුතු R_1 හි අගය කුමක් ද? ආලෝකය පතනය වන විට LDR යේ ප්‍රතිරෝධය 500 Ω යැයි උපකල්පනය කරන්න.

(iii) අනවසරයෙන් ඇතුළුවන්නාගේ චලනය නිසා ආලෝක කදම්බයට අවහිරයක් වූයේ නම්, එසේ අවහිර වූ කාලය තුළ දී V_0 හි අගය කුමක් වන්නේ ද? ඔබේ පිළිතුරට හේතු දෙන්න. මෙම අවස්ථාවේ දී LDR යේ ප්‍රතිරෝධය 10^5 Ω ලෙස ගන්න.

(c) දැන් (1) රූපයේ දී ඇති පරිපථයේ ප්‍රතිදානය (2) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිපථයට සම්බන්ධ කර ඇතැයි සිතන්න.

(i) $V_0 = +10$ V වන විට 50 μA ක පාදම ධාරාවක් ලබා දීමට R_B සඳහා සුදුසු අගයක් ගණනය කරන්න. $V_D = V_{BE} = 0.7$ V ලෙස ගන්න.

(ii) ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ධාරා ලාභය 100 ක් නම්, (c) (i) හි දී ඇති අවස්ථාව යටතේ V_C සංග්‍රාහක වෝල්ටීයතාවේ අගය සොයන්න.



(2) රූපය

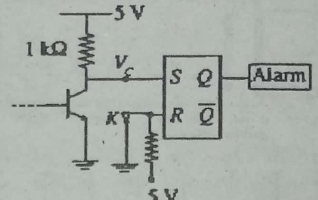
(iii) $V_0 = -10$ V වූ විට

(1) දියෝඩය හරහා විභව අන්තරය කුමක් ද? (දියෝඩයේ පසු බිඳ වැටීමේ වෝල්ටීයතාව 25 V යැයි උපකල්පනය කරන්න.)

(2) මෙම තත්ත්වය යටතේ දී V_C සංග්‍රාහක වෝල්ටීයතාව කුමක් වන්නේ ද?

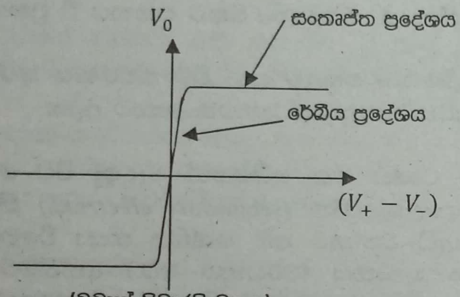
(d) (i) ට්‍රාන්සිස්ටරයේ ප්‍රතිදානය V_C, (3) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි S–R පිළි-පොළකට සම්බන්ධ කර ඇති නම්, LDR ය මත ආලෝකය පතිත වන විට සහ අනවසරයෙක් ඇතුළුවන්නා ආලෝක කදම්බය හරහා ගමන් කරන විට S සහ R හි ප්‍රදාන තාර්කික මට්ටම් ලියා දක්වන්න.

(ii) අනතුරු ඇඟවීමේ උපකරණය (Alarm) ක්‍රියාත්මක වන්නේ $Q = 1$ වන විට නම්, අනවසරයෙක් ඇතුළුවන්නා ආලෝක කදම්බය හරහා ගමන් කර ඉවතට ගිය පසුව ද එය නිරන්තර ව හඬ නගමින් පවතින්නේ ඇයි දක්වන්න. ඔබේ පිළිතුර පැහැදිලි කරන්න. (K යනු භූගත කර ඇති ස්විච්චියකි.)

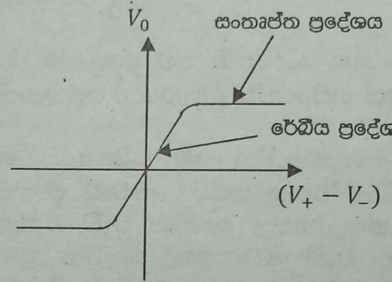


(3) රූපය

(a)

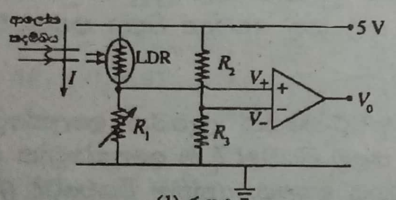


(වඩාත් නිවැරදි වක්‍රය)



(b)

සම්පූර්ණ වක්‍රය ඉහත දැක්වෙන අකාරයට නම් කළ යුතුය.



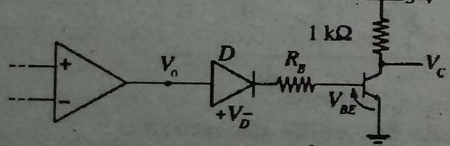
(1) රූපය

(i) $\frac{R_2}{R_3} = \frac{V_{R_2}}{V_{R_3}}$ හෝ $R_2 = \frac{1.5\times7000}{3.5}$ $\therefore$ $R_2 = 3000\ \Omega$

(ii) ප්‍රතිදාන වෝල්ටීයතාව $V_0 = +10$ V පවත්වා ගැනීමට V_+ ප්‍රදානයේ වෝල්ටීයතාව $3.5 + 0.5 = 4$ V හි පවත්වා ගත යුතුය.

$\therefore \frac{R_1}{R_{LDR}} = \frac{4}{1}$ හෝ $R_1 = 4 \times 500 = 2000\ \Omega$

(iii) මෙම තත්වය යටතේ R_{LDR} හි ප්‍රතිරෝධය ඉතා විශාල $(10^5\Omega)$ වන විට V_+හි අගය ඉතා කුඩා වේ. එනම් V_+හි අගය 3.5 V (හෝ V_-)ට වඩා (බොහෝ සෙයින්) අඩුවේ. මෙම හේතුව නිසා $V_0 = -10$ V (අගය සහ හේතුව යන දෙකම ලිවිය යුතුය)



(2) රූපය

(c) (i) $10 = 0.7 + 50 \times 10^{-6} R_B + 0.7$

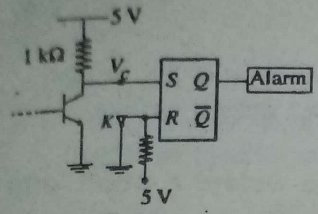
$R_B = \frac{8.6}{50\times10^{-6}} = 1.72 \times 10^5\ \Omega$

(ii) සංග්‍රාහක ධාරාව (I_C) $= 50 \times 10^{-6} \times 100 = 5$ mA

$\therefore$ සංග්‍රාහකයේ වෝල්ටීයතාව $V_C = 5 - 1 \times 10^3 \times 5 \times 10^{-3} \Rightarrow V_C = 0$

(iii) (1) දියෝඩය හරහා විභව අන්තරය $= (-)10$ V

(2) මෙම තත්වය යටතේ සංග්‍රාහක වෝල්ටීයතාව $= 5$ V



(3) රූපය

(d) (i) LDR එක මතට ආලෝක කදම්බය පතිත වන විට ප්‍රදාන තාර්කික අගයයන් : $S = 0$; $R = 0$, අනවසරයෙන් ඇතුළු වන්නා ආලෝක කදම්බය හරහා ගමන් කරන විට ප්‍රදාන තාර්කික අගයයන් : $S = 1$; $R = 0$ (ඉහත කරුණු දෙකම නිවැරදි විය යුතුය)

(ii) ප්‍රත්‍යාරම්භක කරණ (යළි පිහිටුවන) සංඥා $[S = 0\ ;\ R = 1]$ නොලැබෙන නිසා අනතුරු ඇඟවීමේ උපකරණය දිගටම නාද වේ.(හෝ සත්‍යතා වගුව යොදාගෙන පැහැදිලි කළ හැකිය)

අවසාන *(d)* කොටස හැර ඉතිරිය පෙර දුන් ප්‍රශ්නයකට සමකය [2009- 5(B)]. *S -R* පිළි -පොළ බොහෝ දරුවන් බලන් ඇවිත් තිබුණේ නැත. ආකෘති ප්‍රශ්න පත්‍රයේ හැරුණු විට විභාගයට *S - R* පිළි - පොළක් දුන් ප්‍රථම අවස්ථාව මෙයය.

(a) $(V_+ - V_-)$ ඉදිරියෙන් V_o ඇඳිය යුතුය. කාරකාත්මක වර්ධකයක ප්‍රදානය යනු $(V_+ - V_-)$ ය. $V_o = A(V_+ - V_-)$

කාරකාත්මක වර්ධකයක් රේඛීය වර්ධකයක් ලෙස ක්‍රියාකරන්නේ $V_+ - V_-$ අන්තරයේ ඉතා කුඩා පරාසයක් තුළ පමණි. (~μV ප්‍රමාණයේ) එමනිසා පළමු රූපයේ පෙන්වා ඇති ලාක්ෂණිකය ඇඳීම වඩා උචිත වේ.

(b) *(c)* (ii) කොටසේ යොදන $\beta = \frac{I_C}{I_B}$ හැර *(b)* හා *(c)* කොටස්වල මුළුමණින්ම ඇත්තේ ඕම් නියමය හා වෝල්ටීයතා එකතු කිරීම ය.

(i) *MCQ* ය. නිකම්ම අනුපාත ගත හැක. R_3 හරහා වෝල්ටීයතාව 3.5 V නම් R_2 හරහා වෝල්ටීයතාව 1.5 V $(5 - 3.5)$ වේ. R_2 සහ R_3 හරහා ගලන්නේ එකම ධාරාව වේ. කාරකාත්මක වර්ධකයක ප්‍රදාන ප්‍රතිරෝධය ඉතා ඉහළ අගයක් ගන්නා නිසා එය තුළට ගලන ධාරාව සෑම විටම නොසලකා හරියි.

සමහර දරුවන් ධාරාව සොයා ද R_2 සොයා තිබුණි. ගලන ධාරාව $= \frac{5}{R_2+7000}$

R_3 හරහා වෝල්ටීයතාව 3.5 V නිසා $\frac{5}{R_2+7000} \times 7000 = 3.5$; $3.5\,R_2 + 3.5 \times 7000 = 5 \times 7000$

$$R_2 = \frac{7000 \times 1.5}{3.5} = 3000\,\Omega = 3\text{ k}\Omega$$

(ii) V_o ප්‍රතිදානය +10 V (ධන සංතෘප්ත) කරා යෑමට නම් $V_+ > V_-$ විය යුතුය. $V_- = 3.5$ V නිසා $V_+ = 3.5 + 0.5 = 4$ V විය යුතුය. $V_+ - V_- = 0.5$ V වීම ප්‍රතිදානය සංතෘප්ත කරන්න ඕනවටත් වඩා වැඩිය. ආලෝකය පතිත වන විට *LDR* එකක ප්‍රතිරෝධය අඩුවේ. ආලෝකය පතනය වීම නිසා සෑදෙන ඉලෙක්ට්‍රෝන - කුහරවලින් සන්නයනය තීව්‍ර කරයි. එමගින් ප්‍රතිරෝධය පහළ අගයකට ගෙනෙයි. මෙයටත් භාවිත කළ යුත්තේ ඉහත තර්කයමය. $V_+ = 4$ V යනු R_1 හරහා විභව බැස්ම 4 V වීමයි. එසේනම් *LDR* හරහා විභව බැස්ම 1 V වේ. නිකම්ම අනුපාත ගත් විට R_1 හි අගය ලැබේ. R_1 විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධයක් ලෙස දක්වා ඇත්තේ *LDR* වල ප්‍රතිරෝධය අනුව සුදුසු R_1 අගයක් තෝරා ගැනීම සඳහාය.

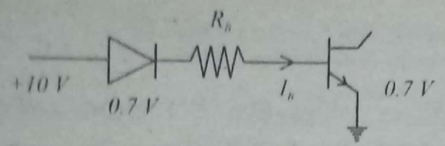
(iii) අනවසරයෙන් ඇතුළුවන්නා නිසා ආලෝක කදම්බය කැපී යයි. එවිට *LDR* හි ප්‍රතිරෝධය $10^5\ \Omega$ ක් වේ. දැන් 5 V න් 5 ම වාගේ බහින්නේ $10^5\ \Omega$ ප්‍රතිරෝධය හරහා ය. එවිට R_1 හරහා වෝල්ටීයතාව හෙවත් V_+ ඉතා සුළු අගයක් ගනී. මෙය සරල තර්කයෙන් තීරණය කළ හැක. ගණනය කරනවා නම්,

$$\frac{V_+}{5-V_+} = \frac{2000}{10^5} \quad \rightarrow \quad 100\,V_+ = 10 - 2V_+ \qquad V_+ = \frac{10}{102} \sim 0.1\text{ V}\,(0.098\text{ V})$$

දැන් $V_+ - V_- < 0$ වේ. එමනිසා V_0, -10 V සංතෘප්ත අගය කරා යයි.

(c) (2) රූපයෙන් පෙන්වා ඇති පරිපථයෙන් $V_0 = +10$ V හා $V_0 = -10$ V, 0 V (තාර්කික 0) සහ 5 V (තාර්කික 1) බවට හරවයි. මෙම පරිපථයේ කාර්යභාරය මෙයයි. 2009 ප්‍රශ්නයේ ද මෙම පරිපථය තිබුණි.

(i) දියෝඩයේ හා ට්‍රාන්සිස්ටරයේ පෙර නැඹුරු වෝල්ටීයතා 0.7 V වේ.
පෙන්වා ඇති පරිපථ කොටස සලකන්න.



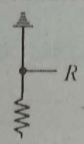
$10 = 0.7 + 50 \times 10^{-6} \times R_B + 0.7$ නොවේද? හොඳට සුළු වේ.

(ii) $\beta = \frac{I_C}{I_B}$ යොදා I_C සොයන්න. දැන් $V_C + I_C \times 10^3 = 5$; $V_C = 0$ වේ. අවශ්‍ය වන්නේ ද මෙයයි. මෙය තාර්කික 0 වේ.

(iii) (1) $V_o = -10$ V වූ විට දියෝඩය පසු නැඹුරු තත්වයේ ඇත. එය හරහා ධාරාවක් නොගලයි. එමනිසා දියෝඩය හරහා විභව අන්තරය -10 V වේ. දියෝඩය බිඳ වැට්ටවීමට තරම මෙම පසු නැඹුරු වෝල්ටීයතාවය සමත් නැත.

(2) දියෝඩය හරහා ධාරාවක් නොගලන නිසා $I_B = 0$ වේ. දැන් ට්‍රාන්සිස්ටරය ඇත්තේ කපා හැරි අවස්ථාවේය. එනම් $I_C = 0$. $I_C = 0$ නම් 1 kΩ (R_C) හරහා විභව බැස්මක් නැත. එනම් $V_C = 5$ V (තාර්කික 1)

(d) (i) මෙම කොටසට *S-R* පිළි පොළ පිළිබඳ දැනුමක් නැතත් ඔබට උත්තරය ලිවිය හැක. පිළි පොළ පිළිබඳ දැනුම අවශ්‍ය වන්නේ (ii) කොටසට පමණි. *R* ප්‍රදානය ප්‍රතිරෝධයක් හරහා 5 V කට සම්බන්ධ කොට ඇත. ඒ එක්කම *R* ප්‍රතිදානය *K* ස්විච්චියක් හරහා භූගත කොට ඇත. ස්විච්චිය වසා ඇත්නම් *R* කෙළින්ම භූගත කළා හා සමානය. එමනිසා $R = 0$



V_C සම්බන්ධ කොට ඇත්තේ *S* ප්‍රදානයටය. *LDR* එක මතට ආලෝකය පතනය වන විට $V_C = 0$. පුද්ගලයා හරහා යන විට $V_C = 5$ V. එබැවින් *LDR* මත ආලෝකය වැටෙන විට $S = 0$, $R = 0$. පුද්ගලයා හරහා යන විට $S = 1$, $R = 0$

(ii) මේ කොටසට උත්තර සැපයීමට *S-R* පිළි-පොළේ සත්‍යතා වගුව දැනගෙන හිටියේ නම් ඇතිය. මෙහි පෙන්වා ඇත්තේ *S-R* පිළිපොළේ සත්‍යතා වගුවයි.

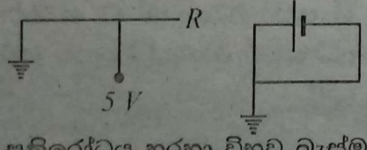
S	R	Q
0	0	Q_{old}
1	0	1
0	1	0
1	1	?

S	R	Q	$\overline{Q}$
0	0	No change	
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
		(Invalid)	

ඉතා සරලව විස්තර කළොත් අනවසර පුද්ගලයා ඇතුළු වූ විට $S = 1$, $R = 0$ වන විට $Q = 1$ වේ. එවිට *Alarm* එක ක්‍රියාත්මක වේ. $S = 1$, $R = 0$ අවස්ථාව හඳුන්වන්නේ *set* තත්වය කියාය. $Q = 1$ වෙන්න *set* කරයි. පිටව ගිය පසු $S = 0$, $R = 0$ වන නිසා *Q* හි අගය $Q = 1$ හිම පවතී. $Q = 1$ පිළිපොළ මතකයේ තබා ගනී. Q_{old} යනුවෙන් හැඳින්වෙන්නේ පෙර තිබූ තත්වයට (පරණ තත්වයට) අදාල *Q* අගයය.

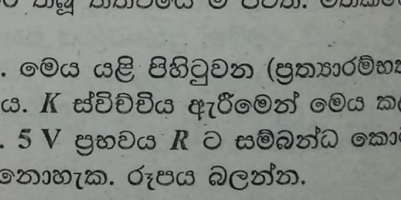
ඇත්තට ම ප්‍රායෝගිකව අවශ්‍ය වන්නේ ද මෙයය. අනවසර පුද්ගලයා ඇතුළු වූ විට *Alarm* එක නාද වේ. පුද්ගලයා එතනම නොසිටී. *Alarm* එකට බිය වී බොහෝ විට ඔහු එතැනින් ඉවත් වේ. ඉවත් වූ පසු *Alarm* එක *OFF* උනොත් *Alarm* එකෙන් වැඩක් නැත. පුද්ගලයා ඉවත් වූ පසුත් දිගටම *Alarm* එක නාද විය යුතුය. ආරක්ෂක නිළධාරීන් ක්‍රියාත්මක විය හැක්කේ එවිටය. ටක්ගාලා *Alarm* එක *OFF* වුනොත් *Alarm* එකෙන් වැඩක් ඇත්ද? පිළි - පොළේ ඇති වාසිය මෙයය. *Set* උනාට පසුව $S = 0$, $R = 0$ වුවත් *Q* පෙර තිබූ තත්වයේ ම පවතී. මතකයේ තියා ගනී.

මතකය අමතක කිරීමට නම් *Reset* කළ යුතුය.එනම්, $S = 0$, $R = 1$ කළ යුතුය. මෙය යළි පිහිටුවන (ප්‍රත්‍යාරම්භක කරන) සංඥාව ලෙස ද හැඳින්වේ. $R = 1$ කරන්නේ කෙසේද? *R* ට 5 V දිය යුතුය. *K* ස්විච්චිය ඇරීමෙන් මෙය කළ හැක. *K* විවෘත කළ විට ඒ පාර වැහේ. දැන් තියන එකම පාර 5 V ගේ පාරයි. 5 V ප්‍රභවය *R* ට සම්බන්ධ කොට ඇත්තේ ප්‍රතිරෝධයක් හරහාය. එය නැති වුනොත් ස්විච්චියෙන් *R* භූගත කළ නොහැක. රූපය බලන්න.



එවිට 5 V ලබා දෙන ප්‍රභවය ලුහුවත් (*short circuit*) වේ.
මෙවන් පරිපථයක් වගේය. *K* විවෘත කළ විට *R* ට ලැබෙන වෝල්ටීයතාව 5 V ට වඩා මදක් අඩුය. නමුත් පිළි-පොළට ඇද ගන්නා ධාරාව ඉතාම සුළු නිසා ප්‍රතිරෝධය හරහා විභව බැස්ම නොගිණිය හැකි තරමේ අගයක් ලෙස සැළකිය හැක.

S-R පිළි-පොළක් පිළිබඳ විස්තරයක් කරන්නම්. විෂය නිර්දේශයේ ඇත්තේ *S-R* පිළි-පොළ පමණි. *S-R* පිළි-පොළක් *NOR* ද්වාර ඇසුරෙන් සාදා ඇති පරිපථ සටහනක් මෙහි දැක්වේ.



NOR ද්වාරයක් සඳහා බූලීය ප්‍රකාශනය වන්නේ $F = \overline{A+B} = \overline{A}.\overline{B}$ ය.
මේ අනුව *S-R* පිළි-පොළේ බූලීය ප්‍රකාශන වන්නේ,

$$Q = \overline{R + \overline{Q}} = \overline{R}.Q$$

$\overline{Q} = \overline{S+Q} = \overline{S}.\overline{Q}$ මෙහිදී පහසුව තකා විෂය නිර්දේශයේ නොමැති ඩි'මෝගන් ප්‍රමේයය මා භාවිත කොට ඇත. එනම්, $\overline{A+B} = \overline{A}.\overline{B}$ $\therefore \overline{R+\overline{Q}} = \overline{R}.\overline{\overline{Q}} = \overline{R}.Q$

පළමුව *set* (ආරම්භ කරන,පිහිටුවන) කරන අවස්ථාව සළකමු.

$S=1, R=0$	S	R	$\overline{S}$	$\overline{R}$	$\overline{Q}$	Q	
	1	0	0	1	0	1	$[0.\overline{Q} = 0 = \overline{Q}$ $\overline{Q} = 0$ නම් $Q = 1]$

දැන් මතකයේ තබා ගන්නා අවස්ථාව සළකමු.

$S=0, R=0$	S	R	$\overline{S}$	$\overline{R}$	$\overline{Q}$	Q
	0	0	1	1	$\overline{Q}$	Q

එනම් පෙර තිබූ $Q=1$ හා $\overline{Q}=0$ හි තත්ව එලෙසම පවත්වා ගනී. දැන් *Reset* කරන (ප්‍රත්‍යාරම්භක කරන, යළි පිහිටුවන) අවස්ථාව සළකමු.

$S=0, R=1$	S	R	$\overline{S}$	$\overline{R}$	$\overline{Q}$	Q
	0	1	1	0	1	0

දැන් ආයෙත් $S=0$, $R=0$ කළහොත් පිළි- පොළ මෙය $Q\,(=0)$, $\overline{Q}\,(=1)$ මතකයේ තබා ගනී.

දැන් වලංගු නොවන (තහනම්) අවස්ථාව සළකා බලමු.

$S=1, R=1$	S	R	$\overline{S}$	$\overline{R}$	$\overline{Q}$	Q
	1	1	0	0	0	0

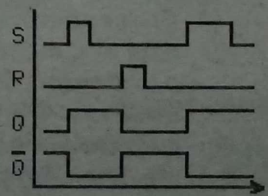
මෙය තහනම් සිදුවිය නොහැකි අවස්ථාවකි. ඇයි? Q හා $\overline{Q}$ යන දෙකම 0 විය නොහැක. $\overline{Q}$ යනු Q හි අනුපූරකයය. එමනිසා $Q=0$ නම් $\overline{Q}=1$ විය යුතුය. සාමාන්‍යයෙන් මෙම අවස්ථාව වළක්වා ගත යුතුය. හදිසියේවත් $S=1, R=1$ වුවහොත් පිළි-පොළේ ප්‍රතිදාන අස්ථායි වේ. මොනවා කරන්නද කියා පිළි-පොළ නොදනී. මොහොතින් මොහොත Q හා $\overline{Q}$ අගයයන් විචලනය වේ. *Set* වෙන්නද *reset* වෙන්නද කියා දන්නේ නැතුව අතරමං වේ.

A B	
0 0	1
0 1	0
1 0	0
1 1	0

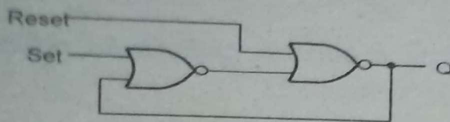
NOR ද්වාරයක සත්‍යතා වගුව අධ්‍යයනය කිරීමෙන්ද පිළි-පොළක හැසිරීම පහසුවෙන් ලබාගත හැක. *NOR* ද්වාරයක සත්‍යතා වගුව මෙහි දක්වා ඇත. $S = 1, R = 0$ අවස්ථාව සළකමු. $S = 1$ වනවිට අනෙක් ප්‍රදානය කුමක් වූවත් පළමු *NOR* ද්වාරයේ ප්‍රතිදානය 0 වේ. එනම් $\overline{Q} = 0$. දැන් දෙවන *NOR* ද්වාරයේ ප්‍රතිදාන $0,0$ වේ. එවිට එහි ප්‍රතිදානය 1 $(Q = 1)$ වේ. ඊළගට $S = 0, R = 1$ අවස්ථාව සලකමු. $R = 1$ වනවිට අනෙක් ප්‍රදානය කුමක් වූවත් දෙවන *NOR* ද්වාරයේ ප්‍රතිදානය 0 වේ. එනම් $Q = 0$. දැන් පළමු *NOR* ද්වාරයේ ප්‍රතිදාන $0,0$ වේ. එවිට එහි ප්‍රතිදානය 1 $(\overline{Q} = 1)$ වේ. *Set* හා *reset* අවස්ථා සලකා බලා ඇත. දැන් *set* වූ අවස්ථාවකට පසු $S = 0, R = 0$ කරමු. *Set* යනු $Q = 1$ හා $\overline{Q} = 0$. දැන් පළමු *NOR* ද්වාරයේ ප්‍රතිදාන $0,1$ වේ. එවිට එහි ප්‍රතිදානය 0 $(\overline{Q} = 0)$ වේ. දෙවන *NOR* ද්වාරයේ ප්‍රතිදාන $0,0$ වේ. එවිට එහි ප්‍රතිදානය 1 $(Q = 1)$ වේ. මෙයින් සනාථ වන්නේ $S = 0, R = 0$ කලා කියා *set* වූ අවස්ථාවේ තිබූ $Q = 1$ හා $\overline{Q} = 0$ වෙනස් නොවී ඇති බවයි. *Rset* වූ අවස්ථාවකට පසු $S = 0, R = 0$ කලත් *reset* වූ අවස්ථාවේ තිබූ $Q = 0$ හා $\overline{Q} = 1$ වෙනස් නොවී පවතින බව ඔබට ඉතා පහසුවෙන් පෙන්විය හැක.

$S = 1, R = 1$ කලේ යැයි සිතමු. එවිට $S = 1$ වනවිට අනෙක් ප්‍රදානය කුමක් වූවත් පළමු *NOR* ද්වාරයේ ප්‍රතිදානය 0 වේ. එනම් $\overline{Q} = 0$. $R = 1$ වනවිට අනෙක් ප්‍රදානය කුමක් වූවත් දෙවන *NOR* ද්වාරයේ ප්‍රතිදානය 0 වේ. එනම් $Q = 0$. දැන් වැඩේ අංජබජල්ය. Q සහ $\overline{Q}$ සමානවිය නොහැක.

S-R පිළි-පොළ සඳහා *timing diagram* (කාල රූප සටහන) මෙහි පෙන්වා ඇත. එය අධ්‍යයනය කිරීම ඔබට බාරය. සත්‍යතා වගුව දිහා බලා ගෙන ඔබට මෙය අධ්‍යයනය කළ හැක.



පිළි-පොළේ සත්‍යතා වගුව මතක තියා ගත්තා නම් ඇතිය. මතක තබා ගන්න අමාරු නැත. *Set* වෙන්න ඕන නම් $S = 1$, $R = 0 \rightarrow Q = 1$. *Reset* වෙන්න ඕන නම් $S = 0$, $R = 1 \rightarrow Q = 0$. මතක තියා ගන්න ඕන නම් $S = 0$, $R = 0 \rightarrow Q = (S = 0$, $R = 0$ වීමට පෙර තිබූ අගය) $S = 1$, $R = 1$ හිතන්නවත් එපා. *Set* වෙන්නත් *reset* වෙන්නත් එක වෙලාවේ පුළුවන්ද? එක්කෝ *set.* නැතිනම් *reset.* එහෙමත් නැතිනම් *set* හෝ *reset* වූ කෙනා මතකයේ තබා ගෙන හැමදාම ජීවත් වුනැකි. නැතිනම් හැමදාම අඬ අඬ හිටියැකි.

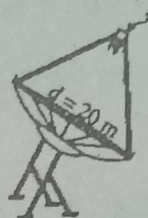


මෙයද මූලික මතක පරිපථයක් සේ ක්‍රියා කරයි.

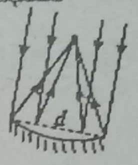
$S = 0, R = 1 \rightarrow Q = 0$. $S = 1, R = 0 \rightarrow Q = 1$. $S = 0, R = 0 \rightarrow Q =$ මතකය (පෙර තිබූ අගය). $S = 1, R = 1 \rightarrow Q = 0$. ඉහත විස්තර කළ පරිදි *NOR* ද්වාරයේ සත්‍යතා වගුව අධ්‍යයනය කිරීමෙන් ඔබට මෙය පහසුවෙන් ලබාගත හැක. මෙහි $S = 1$, $R = 1$ අවස්ථාව අවලංගු තත්වයේ නොපවතී. නමුත් මෙහි ඇත්තේ එක් (Q) ප්‍රතිදානයක් පමණි. එමනිසා මෙයට ඒක ස්ථාවර (**uni-stable**) මූලික ***S-R* latch** (තරංකයක්) එකක් කියා කියනු ලැබේ. පෙර විස්තර කළ *S-R* පිළි-පොළේ ප්‍රතිදාන ($Q, \overline{Q}$) දෙකක් ඇත. එමනිසා එය ද්වි ස්ථාවර (**bi-stable**) උපාංගයකි. මෙහි $S = 1$, $R = 1$ අවස්ථාව අවලංගු වන්නේ ($Q, \overline{Q}$) ප්‍රතිදාන දෙකක් ඇති නිසා බව ඔබට වැටහේද? ප්‍රතිදාන එකිනෙකට අනුපූරකවන නිසා දෙකටම එකවිට එකම අගය තිබිය නොහැක. ප්‍රායෝගිකව ප්‍රතිදාන ($Q, \overline{Q}$) දෙකක් තිබීමේ වාසි ඇත. උදාහරණයක් වශයෙන් ප්‍රශ්නයේ **alarm** එක නාදවන විට අවශ්‍ය නම් $\overline{Q}$ ප්‍රතිදානය මගින් රතු බල්බයක් දැල්වීම කළ හැක.

10. (A) කොටසට හෝ (B) කොටසට හෝ පමණක් පිළිතුරු සපයන්න.

(A) සූර්ය ශක්තිය උපයෝගීකර එය තාපය බවට පත් කරන වෘත්තාකාර විවරයක් සහිත පරාවලයික හැඩි වර්ගයේ සූර්ය ශක්ති ඒකරාසකයක් 1(a) රූපයෙන් පෙන්වා ඇත. පරාවලයික තැටියෙහි නාභියේ තබා ඇති කුහර ආදායකයට 1(a) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි සූර්ය ශක්ති ප්‍රාවය සාන්ද්‍රණය කරනු ලැබේ. කුහරයෙහි අභ්‍යන්තර බිත්තියෙහි සවිකර ඇති සර්පිලාකාර ලෝහ නළයක් හරහා සන්තතිකව ගමන් කරන තෙලක්, කුහරය මගින් අවශෝෂණය කරගනු ලබන තාපය උකහා ගනු ලබයි. 1(b) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි සූර්ය ප්‍රාවය සෑමවිට ම තැටියට අභිලම්බව පතිත වන පරිදි පරාවලයික තැටිය චලනය කරනු ලැබේ. තැටියේ විවර විෂ්කම්භය d, 20 m වන අතර පෘථිවි පෘෂ්ඨයට පතිත වන සූර්ය ප්‍රාවයේ තීව්‍රතාවය 1000 W m^{-2} වේ.



1 (a) රූපය



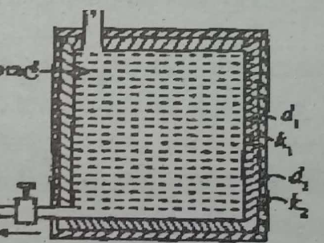
1 (b) රූපය

(a) පරාවලයික තැටිය මතට සූර්ය ශක්තිය පතිත වීමේ සීඝ්‍රතාවය ගණනය කරන්න ($\pi = 3$ ලෙස ගන්න).

(b) සූර්යාලෝකය දිනකට පැය 6 ක් පවතී යැයි ද පතිත වන සූර්ය ශක්තියෙන් 60% ක් තෙල විසින් උරා ගන්නා බව ද උපකල්පනය කර, දිනකට තෙලෙහි ගබඩා වන තාප ශක්තිය ගණනය කරන්න.

පහත ප්‍රශ්නවල (c) සහ (d) කොටස්වලට පිළිතුරු සැපයීමේ දී දිනකට තෙල්වල ගබඩා වී ඇති තාප ශක්තිය 5×10^{9} J ලෙස ගන්න.

(c) රාත්‍රී කාලයේ දී පවා භාවිත කිරීමට හැකි වන පරිදි මෙසේ රත් කරන ලද තෙල් පරිවරණය කරන ලද වැංකියක් තුළ ගබඩා කිරීමට සැලසුම් කරන ලදී. ඝනකම d_1 (අභ්‍යන්තර) සහ d_2 (බාහිර) වන සහ තාප සන්නායකතා පිළිවෙළින් k_1 සහ k_2 වන ස්තර දෙකකින් පරිවරණය කරන ලද ඝනක ආකාර වැංකියක් මේ සඳහා භාවිත කරනු ලැබේ. [(2) රූපය බලන්න] මෙම ආකාරයේ තාප ශක්ති ගබඩාවක් තාප බැටරියක් ලෙස හැඳින්වේ.



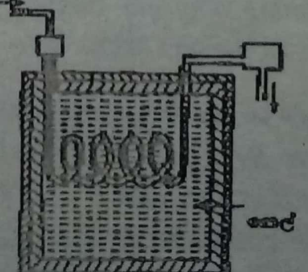
(2) රූපය

(i) අභ්‍යන්තර සහ බාහිර පරිවාරක ස්තරයන්හි මුළු පෘෂ්ඨ වර්ගඵල පිළිවෙළින් A_1 සහ A_2 නම්, අනවරත අවස්ථාවේ දී පරිවාරක ස්තර හරහා තාපය ගලා යන සීඝ්‍රතාවය $\left(\frac{\Delta Q}{\Delta t}\right)$ සඳහා ප්‍රකාශනය $d_1, d_2, k_1, k_2, A_1, A_2, \theta_1, \theta_2$ සහ θ_3 ඇසුරෙන් ලියන්න. θ_1 = තෙලෙහි උෂ්ණත්වය; θ_2 = ස්තර දෙක අතර අන්තර් මුහුණතේ උෂ්ණත්වය; θ_3 = බාහිර උෂ්ණත්වය. වැංකිය සම්පූර්ණයෙන් තෙලෙන් පිරී ඇතැයි ද තාපය ගැලීම සෑම තැනකම පෘෂ්ඨ වලට ලම්බක යැයි ද උපකල්පනය කරන්න.

(ii) පැය 10 ක් තුළ තෙලෙන් පරිසරයට වන තාප හානිය දිනකට ගබඩා කර ඇති තාප ශක්තියෙන් 1% ට සීමා කිරීම සඳහා පිටත පරිවාරක ස්තරයට තිබිය යුතු d_2 ඝනකම සොයන්න. පැය 10 කාලය තුළ තෙලෙහි උෂ්ණත්වය $\theta_1 = 330\ ^{\circ}$C හි පවතී යැයි උපකල්පනය කරමින් ඔබේ ගණනය කිරීම කරන්න.
$k_1 = 0.2$ J m^{-1}K^{-1}; $k_2 = 0.03$ J m^{-1}K^{-1}; $A_1 = 16$ m^2; $A_2 = 17$ m^2; $d_1 = 0.2$ m; $\theta_3 = 30\ ^{\circ}$C

(iii) ඉහත (c) (ii) කොටසේ උපකල්පනය පදනම් කර කළ ගණනයෙන් ලබා ගත් d_2 අගය තාප බැටරිය සෑදීම සඳහා භාවිත කළහොත් බැටරියෙන් සිදුවන තාප හානිය, සැලසුම් කළ 1% සීමාවට වඩා අඩු වේ ද? නැතහොත් වැඩි වේ ද? ඔබේ පිළිතුර පැහැදිලි කරන්න.

(d) (3) රූපයේ පෙනෙන පරිදි වැංකියේ ගිල්වා ඇති සර්පිලාකාර ලෝහ නළයක් තුළින් 30°C පවතින ජලය යවා, 100°C හුමාලය නිපදවීම මගින් ආසුත ජලය නිෂ්පාදනය කිරීම සඳහා තාප බැටරියේ දිනකට ගබඩා වී ඇති තාප ශක්තියෙන් 25% ක් භාවිත කළ යුතුව ඇත. තාප හුවමාරුකරනයක් මගින් හුමාලය ඝනීභවනය කරනු ලැබේ. මෙම ක්‍රියාවලියෙහි කාර්යක්ෂමතාව 50% නම්, දිනකට නිෂ්පාදනය කළ හැකි ආසුත ජලය ලීටර ගණන ගණනය කරන්න. ජලයේ වාෂ්පීකරණයේ විශිෂ්ට ගුප්ත තාපය 2.25×10^6 J kg^{-1}; ජලයේ විශිෂ්ට තාප ධාරිතාව 4200 J kg^{-1}K^{-1} (ජලය 1kg = ලීටර 1)



(3) රූපය

(*a*) සූර්ය ශක්තිය, තැටිය මත පතිත වීමේ ශීඝ්‍රතාවය $= \pi r^2 \times 100 \quad = 3 \times 100 \times 1000 \quad = 3 \times 10^5$ W

(*b*) දිනකට තෙලෙහි ගබඩා වන සූර්ය ශක්තිය $= 3 \times 10^5 \times 6 \times 60 \times 60 \times \frac{60}{100} = 3.89 \times 10^9$ J

(*c*)

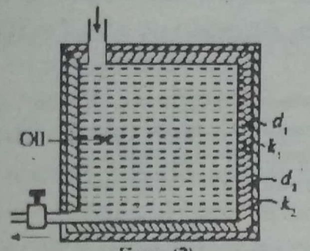


Figure (2)

(i) $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k_1 A_1 \frac{(\theta_1 - \theta_2)}{d_1} = k_2 A_2 \frac{(\theta_2 - \theta_3)}{d_2}$

(ii) $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{5\times10^9}{10\times60\times60} \times \frac{1}{100} = 1.39 \times 10^3$ W

ඉහත සමීකරණ දෙක මගින් $(\theta_1 - \theta_2) = \frac{\Delta Q}{\Delta t}\frac{d_1}{k_1 A_1}$; $(\theta_2 - \theta_3) = \frac{\Delta Q}{\Delta t}\frac{d_2}{k_2 A_2}$

ඉහත සමීකරණ දෙකෙන් θ_2 ඉවත් කිරීමෙන් $\theta_1 - \theta_3 = \frac{\Delta Q}{\Delta t}\left(\frac{d_1}{A_1 k_1} + \frac{d_2}{A_2 k_2}\right)$

$$300 = 1.39 \times 10^3 \left(\frac{0.2}{0.2\times16} + \frac{d_2}{0.03\times17}\right) \Rightarrow d_2 = 0.078 \text{ m } (7.8 \text{ cm}) \ [7.80 - 7.83]\text{cm}$$

විකල්ප ක්‍රමය :

$$1.39 \times 10^3 = 0.2 \times 16 \frac{(330 - \theta_2)}{0.2} \Rightarrow 330 - \theta_2 = 86.88$$

$$\therefore \theta_2 = 243.12 \ ^0\text{C}$$

$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k_2 A_2 \frac{(\theta_2 - \theta_3)}{d_2}$ සමීකරණය භාවිතයෙන් $1.39 \times 10^3 = 0.03 \times 17 \times \frac{(243.12 - 30)}{d_2}$

$d_2 = \frac{0.03\times17\times213.12}{1.39\times10^3} = 0.078$ m (7.81 - 7.83 cm)

(iii) කාලයත් සමග තෙල්වල උෂ්ණත්වය අඩුවන නිසා තාපය හානිවන ශීඝ්‍රතාවය අඩුවන බැවින් බැටරියෙන් සිදුවන තාප හානිය සැලසුම් කල අගයට වඩා අඩුවේ. (එමනිසා 300 ^{0}C දී) ගණනය කළ දෙවන ස්ථරයේ ඝනකම තාප හානිය 1% හි පවත්වා ගැනීම සඳහා ප්‍රමාණවත් වේ.

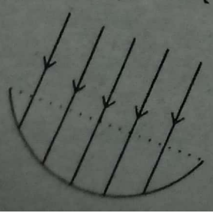
(*d*) දිනකට නිපදවන ආසුත ජලයේ ස්කන්ධය M නම්

$$5 \times 10^9 \times \frac{25}{100} \times \frac{50}{100} = M(2.25 \times 10^6 + 4200 \times 70) \Rightarrow \quad 6.25\times 10^8 = M \times 2.544 \times 10^6$$

$$\therefore M = 245.68 \text{ kg} \equiv 245.7 \text{ ලීටර } (245 - 246.5)$$

මේ පිළිබඳ වැඩිපුර ලියන්න දෙයක් නැත. සුළු කිරීම් හා වීජ ගණිතය ඇත. නමුත් සරල ගැටළුවකි. මෙවැනි ඇටවුමක් අපගේ කොළඹ විශ්ව විද්‍යාලයේ භෞතික විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුවට ඉස්සරහ ඇත. විශේෂයෙන්ම මෙවැනි තාප බැටරි සඳහා තෙල් වර්ග භාවිත කරන්නේ තෙල්වල ඇති ඉහළ තාපාංකය නිසාය. නමුත් සාමාන්‍ය තෙල් වර්ගවලට ඇත්තේ අඩු විශිෂ්ට තාප ධාරිතාවකි. වැඩි විශිෂ්ට තාප ධාරිතාවක් සහ තාපාංකය 350 $^\circ$C පමණ වන විශේෂිත වූ ලිහිසි ***(lubricant)*** තෙල් වර්ග ඇත. ඉහළ විශිෂ්ට තාප ධාරිතාවක් ඇත්නම් එහි ගබඩා වන තාප ශක්තිය වැඩිය. එය හරියට ඉහළ ධාරාවක් ලබා දෙන විද්‍යුත් බැටරියක් වගේය.

(*a*) පරාවලියක දර්පණයක නාභි තලයේ තෙල් රැගෙන යන සර්පිලාකාර ලෝහ නළය අඩංගු ආදායකය සවි කොට ඇත. පරාවලයික දර්පණයක ගෝලීය අපේරණය අවමය. සාමාන්‍ය අවතල දර්පණයක ප්‍රධාන අක්ෂයට සමීපව එයට සමාන්තරව පතිත වන කිරණ නාභියට නාභිගත වන නමුත් ප්‍රධාන අක්ෂයට ඈතින් එයට සමාන්තරව පතිත වන කිරණ නාභිගත වන්නේ නාභියට ඉදිරියෙන්ය. ගෝලීය අපේරණය ලෙස හැඳින්වෙන්නේ මේ සංසිද්ධියය. පරාවලයික දර්පණයක මෙම ගෝලීය අපේරණය අවම වේ. අවශ්‍ය වන්නේ පතනය වන ශක්තිය හැකි



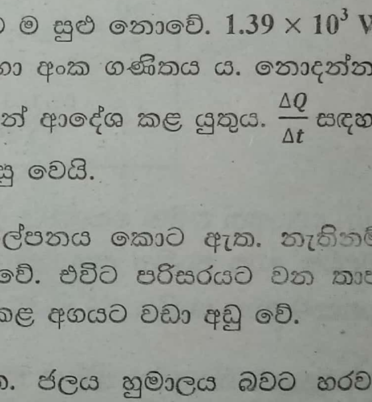
තරමින් තෙලට ලබා දීමය. සූර්ය ශක්තිය පතනය වන්නේ දර්පණයේ වක්‍ර පෘෂ්ඨයට වුවද පෙන්වා ඇති වෘත්තාකාර තැටිය හරහා ද එම ශක්තිය ගමන් කරයි. තැටියේ වර්ගඵලය ශක්තිය ගමන් කරන සඵල වර්ගඵලයයි. වෘත්තාකාර තැටිය හරහා යන සියල්ල වක්‍ර පෘෂ්ඨය මත පතිත වේ. පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ ඒකක වර්ගඵලයක් මතට පතනය වන සූර්ය ශක්තියේ ශීඝ්‍රතාවය දී ඇත. එය වර්ගඵලයෙන් ගුණ කළ විට තැටිය මත වදින ශක්තියේ ශීඝ්‍රතාවය ගණනය කළ හැක. සර්පිලාකාර ලෝහ නළයක් යොදා ගන්නේ තාප අවශෝෂණ පෘෂ්ඨයේ සඵල වර්ගඵලය වැඩිකර ගැනීමටය.

(b) අංක ගණිතයය. තත්පරයකට වදින ශක්තිය දන්නා නිසා පැය 6කට (6×3600 තත්:) වදින ශක්තිය ගණනය කළ හැක. තෙල උරා ගන්නේ මෙයින් 60%කි. මෙවැනි සූර්ය ශක්තිය රැස්කරනයක ප්‍රධාන අවාසිය වන්නේ දවස පුරාම රැස්කරනය එකම දිශානතියක තබා ගැනීමට නොහැකි වීමය. සූර්යයාගේ ගමන අනුව රැස්කරනය සෙමින් කරකැවිය යුතුය. මෙයට ප්‍රධාන ජව සැපයුමෙන් විදුලිය ලබා ගෙන විද්‍යුත් මෝටරයක් මගින් කරකැවීම අවාසිය. එයට ද ශක්තියක් අවශ්‍ය වේ. (විදුලි බිල) එමනිසා රැස්කරනය කරකැවීම සඳහා සූර්යය පැනල ආධාරයෙන් ලබා ගන්නා විදුලිය පාවිච්චි කළ යුතු ය.

(c) මේ කොටස තනිකරම ස්ථර දෙකක් අඩංගු අවස්ථාවක තාප සන්නායකතා සමීකරණ ලිවීමක් වේ. මෙය ඔබට හුරු පුරුදුය. අවශ්‍ය වන්නේ තාප හානිය අවම මට්ටමකින් තබා ගැනීමය. ද්‍රව්‍ය ස්ථර දෙකක් අතර වාත ස්ථරයක් ඇත්නම් වඩාත් හොඳය. ටැංකියේ අභ්‍යන්තර හා බාහිර පෘෂ්ඨවල වර්ගඵල වෙනස්ය. එමනිසා සඵල තනි වර්ගඵලයක් ගැන සඳහන් කර ඇත. (i) නිකම්ම $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ සඳහා දන්නා සමීකරණ ලිවිය යුතුය. (ii) d_2 සොයන්න නම් $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ දැන ගත යුතුය. ඉහත සමීකරණ දෙකේ නොදන්නා රාශි තුනක් ඇත. $\frac{\Delta Q}{\Delta t}, \theta_2$, හා d_2. $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ තත්පරයකට ජූල්වලින් සෙවිය යුතුය. නැතිනම් ආදේශ කළ නොහැක. දිනකට ගබඩා වී ඇති ශක්තිය දී ඇත (5×10^9 J). තත්පරයකට වන තාප හානිය h නම් පැය 10 තුළදී වන තාප හානිය $h \times 10 \times 3600$ වේ. මෙයට 5×10^9 න් 1/100 කට සමාන විය යුතුය. අවසාන උත්තරය සඳහා ලකුණු දී නොමැත. හරියට ම සුළු නොවේ. 1.39×10^3 W වෙනුවට 1.4×10^3 W ලියූ ළමයි සිටියහ. d_2 සෙවීම සඳහා ඉතිරිය වීජ ගණිතය හා අංක ගණිතය ය. නොදන්නා θ_2 ඉවත් කිරීම සරල ක්‍රමයයි. නැතිනම් පළමු සමීකරණයෙන් θ_2 සොයා දෙවැන්නේ ආදේශ කළ යුතුය. $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ සඳහා 1.40×10^3 W ආදේශ කළේ නම් d_2 සඳහා ලැබෙන උත්තරය දී ඇති පරාසයට අසු වෙයි.

(iii) (ii) හිදී කාලය සමඟ තෙලෙහි උෂ්ණත්වය වෙනස් නොවේ යැයි උපකල්පනය කොට ඇත. නැතිනම් ගැටළුව සෑදිය නොහැක. ප්‍රායෝගිකව කාලය සමඟ තෙලෙහි උෂ්ණත්වය අඩුවේ. එවිට පරිසරයට වන තාප හානි වීමේ ශීඝ්‍රතාවය ද ක්‍රමයෙන් අඩුවේ. එමනිසා සිදුවන තාප හානිය සැළසුම් කළ අගයට වඩා අඩු වේ.

(d) තෙලෙහි රැස් කර ගත් තාපයෙන් ආසුත ජලය නිපදවීමට අවශ්‍යව ඇත. ජලය හුමාලය බවට හරවා ඝනීභවනය කළයුතුය. නිපදවෙන හුමාලය නැවතත් සාමාන්‍ය ජලය පිටතින් සංසරණය වන සර්පිලාකාර ලෝහ නළයක් තුළින් යැවූ විට හුමාලයෙන් තාපය පිටත ජලයට ලබා දී හුමාලය, ජලය බවට ඝනීභවනය වේ. ජලය 30 $^\circ$C සිට 100 $^\circ$C රත් වී හුමාලය බවට පත්විය යුතුය. වම් පැත්තේ ප්‍රතිශත දෙකක් ඇත. එකක් නම් දිනකට ගබඩා වී ඇති ශක්තියෙන් භාවිත කරන ශක්තියේ ප්‍රතිශතයයි. තෙලෙහි ගබඩා වී ඇති සියළු ශක්තිය ජලයට දිය නොහැක. එය ප්‍රායෝගික නැත. දී ඇති අනෙක් ප්‍රතිශතය නම් හුමාලය ඝනීභවනය වීමේදී සියළු හුමාලය ඝනීභවනය නොවීමෙන් එම ක්‍රියාවලියේ ඇති කාර්යක්ෂමතාවයයි. මේ ප්‍රතිශත දෙක පටලවා නොගත යුතුය. සමීකරණය කඩා ලිවුවේ වඩා හොඳින් තේරුම් ගත හැක. ප්‍රථමයෙන් දිනකට සෑදෙන හුමාල ස්කන්ධය M' නම්



$5 \times 10^9 \times \frac{25}{100} = M'(2.25 \times 10^6 + 4200 \times 70)$ මේ සියළු හුමාල ස්කන්ධයම ඝනීභවනය නොවේ. සෑදෙන ආසුත ජලයේ ස්කන්ධය M නම් $M = \frac{50}{100} M'$. ආසුත ජලය ලෙස ඝනීභවනය වන්නේ සෑදෙන හුමාල ස්කන්ධයෙන් හරි අඩකි. හුමාල එක 1 kg ක් 100°C ඇති ජලය බවට ඝනීභවනය කිරීම සඳහා එම හුමාල 1 kg න් 2.25×10^6 J තාප ප්‍රමාණයක් ඉවත් කළ යුතුය. මෙම තාපය ලබා ගන්නේ පිටතින් සංසරණය වන සිසිල් ජලයයි. මෙවැනි ආසුත ජලය නිපදවන පිරියතක් (plant) රූපයේ පෙන්වා ඇත. මෙහිදීනම් ජලය හුමාලය බවට හරවන්නේ තාපන දඟරයකිනි. හුමාලය ඝනීභවනය කරන්නේ සිසිල් වායු ධාරාවක් මගිනි.

වකුගඩු රෝගය ඇතිවීමට හේතු පිළිබඳ විවිධ මත පවතී. මං ඒවා හරියට නොදනී. නමුත් සමහරු කියන්නේ පානීය ජලය නිසා මේ රෝගය ඇති වන බවයි. රජරට වැනි පෙදෙස්වල බොන ජලයෙන් ආසුත ජලය සාදා භාවිත කළ නොහැකිද? සූර්ය ශක්තියෙන් ආසුත ජලය සාදන මෙවැනි *plant* මේ සඳහා යොදා ගත නොහැකිද? කරදර නම් තමා මොනවා කරන්නද?

(B) කෘෂ්ණ වස්තු විකිරණය පිළිබඳ ස්ටෙෆාන්-බෝල්ට්ස්මාන් නියමය සඳහා ප්‍රකාශනය ලියා දක්වන්න. ඉහත ප්‍රකාශනයේ එක් එක් රාශිය හඳුන්වන්න.

(a) (i) සූර්යයා පරිපූර්ණ වූ කෘෂ්ණ වස්තුවක් ලෙස හැසිරේ. සූර්යයාගේ සිට පෘථිවි පෘෂ්ඨයට දුර 1.5×10^{8} km වේ. පෘථිවිය මතට සූර්යයාගෙන් ලැබෙන සූර්ය විකිරණ ස්‍රාවයේ තීව්‍රතාව $1000\ \mathrm{W\,m^{-2}}$ වේ නම්, සූර්යයාගේ පෘෂ්ඨයේ උෂ්ණත්වය සොයන්න. සූර්යයාගේ පෘෂ්ඨයේ උෂ්ණත්වය හා සැසඳූ විට පෘථිවියේ උෂ්ණත්වය නොසලකා හරින්න. සූර්යයාගේ මධ්‍යන්‍ය අරය 7.0×10^{5} km ලෙස ගන්න. ස්ටෙෆාන්-බෝල්ට්ස්මාන් නියතය $5.67\times10^{-8}\ \mathrm{W m^{-2} K^{-4}}$ වේ.

(ii) එ නයින් ඉහත උෂ්ණත්වයේ දී සූර්යයාගේ විකිරණයේ උපරිම විමෝචකතාවේ තරංග ආයාමය ගණනය කරන්න. වීන්ගේ විස්ථාපන නියතය 2.9×10^{-3} m K වේ.

(iii) පෘථිවිය වටා කක්ෂගත වූ චන්ද්‍රිකාවක් සූර්යයාගේ පෘෂ්ඨයේ වඩා නිවැරදි උෂ්ණත්වය 5800 K ලෙස සොයා ගනු ලැබීය. ඔබගේ පිළිතුර මෙම අගයෙන් අපගමනය වීම සඳහා හේතුව කෙටියෙන් පැහැදිලි කරන්න.

(b) සූර්ය ලප යනු සූර්යයාගේ පෘෂ්ඨයේ වූ අක්‍රමවත් හැඩයෙන් යුත් කුඩා අඳුරු ප්‍රදේශ වේ. සූර්ය ලපයක අඳුරු වූ කේන්ද්‍රය අම්බ්‍රාවක් යනුවෙන් හැඳින්වෙන අතර එය සූර්යයාගේ පෘෂ්ඨයේ සූර්ය ලප රහිත සමාන වර්ගඵලයක් හා සසඳන විට 30% ක විකිරණ නිකුත් කරයි.

(i) සූර්ය ලපයක් ද පරිපූර්ණ කෘෂ්ණ වස්තුවක් ලෙස හැසිරේ යයි උපකල්පනය කර, සූර්ය ලපයක අම්බ්‍රාවේ උෂ්ණත්වය ගණනය කරන්න.

(ii) සූර්යයාගේ සාමාන්‍ය පෘෂ්ඨයේ උපරිම විමෝචකතාවේ තරංග ආයාමයට සාපේක්ෂ ව අම්බ්‍රාවේ උපරිම විමෝචකතාවේ තරංග ආයාමයේ විස්ථාපනය ගණනය කරන්න.

(c) සූර්යයාගේ පෘෂ්ඨයේ ඒකක වර්ගඵලයක ඇති සූර්ය ලප සංඛ්‍යාව සැලකිය යුතු ලෙස වැඩි වේ නම්, ඔබ සූර්යයාගේ පෙනුමෙහි කවර ආකාරයේ වෙනස්වීම් නිරීක්ෂණය කිරීමට අපේක්ෂා කරන්නේ ද? කෘෂ්ණ වස්තු විකිරණ වර්ණාවලිය ආධාරයෙන් ඔබේ පිළිතුර පැහැදිලි කරන්න.

$E=\sigma T^4$, E = කෘෂ්ණ වස්තුවේ පෘෂ්ඨයේ ඒකක වර්ගඵලයකින් විකිරණය වන මුළු ක්ෂමතාව, σ = ස්ටෙපාන් (බෝල්ට්ස්මාන්) නියතය, T = (කෘෂ්ණ වස්තුවේ) පෘෂ්ඨයේ උෂ්ණත්වය කෙල්වින් (K) වලින්

(නිවැරදි අර්ථ දැක්වීම සහ රාශි නිවැරදිව හඳුනා ගත යුතුය)

(*a*) (i) සූර්යයාගේ අරය r නම් සූර්යයාගේ පෘෂ්ඨයෙන් විකිරණය වන මුළු ක්මතාව $= \sigma 4\pi r^2 T^4 = 5.67\times 10^{-8}\times 4\pi\times(7.0\times10^{8})^2\times T^4$; සූර්යයාගේ සිට පෘථිවි පෘෂ්ඨයට දුර d නම් පෘථිවි පෘෂ්ඨයේදී සූර්ය

විකිරණයේ තීව්‍රතාවය $=\dfrac{\sigma 4\pi r^2 T^4}{4\pi d^2}=\dfrac{5.67\times10^{-8}\times4\pi\times(7.0\times10^{8})^2\times T^4}{4\pi\times(1.5\times10^{11})^2}=1000$

$\therefore T^4=1000\times\left(\dfrac{1.5\times10^{3}}{7.0}\right)^2\times\dfrac{1}{5.67\times10^{-8}}=\left(\dfrac{0.3}{1.4}\right)^2\times\dfrac{1}{5.67}\times10^{17}$ $T=\left[\left(\frac{0.3}{1.4}\right)^2\times\frac{10}{5.67}\right]^{1/4}\times10^4=$ 5335 K (5334 K - 5335 K)

(ii) වීන්ගේ විස්ථාපන නියමයෙන් $\lambda_m T=2.9\times10^{-3}$, $\therefore \lambda_m=\dfrac{2.9\times10^{-3}}{5335}$ $=5.44\times10^{-7}$ m (5.43×10^{-7} m - 5.44×10^{-7} m) (iii) පෘථිවි වායුගෝලය මගින් අවශෝෂණය කිරීම නිසා සිදුවන විකිරණ හානිය ඉහත ගණනය කිරීමේදී නොසැලකීම නිසා ගණනය කළ උෂ්ණත්වය අඩුය.

(*b*) (i) සූර්ය ලපයක අම්බ්‍රාවක උෂ්ණත්වය T_u නම්, සූර්ය ලපයේ සහ සාමාන්‍ය පෘෂ්ඨයේ එකම A වර්ගඵලයක් සැලකූවිට $\dfrac{\sigma A T_u^4}{\sigma A T^4}=\dfrac{30}{100}$, $\therefore T_u^4=0.3\times5335^4$

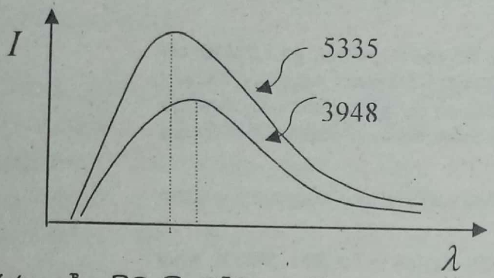
$\therefore T_u=0.3^{1/4}\times5335=0.74\times5335$ = 3948 K (3947 K - 3949 K)

(ii) $\lambda_{mu}T_u = \lambda_m T, \quad \therefore \dfrac{\lambda_{mu}}{\lambda_m} - 1 = \dfrac{T}{T_u} - 1 \;\therefore \Delta\lambda_{mu} = (\dfrac{T}{T_u} - 1)\lambda_m = \left(\dfrac{5335}{3948} - 1\right) \times 5.44 \times 10^{-7}\,\text{m}$

$\therefore \Delta\lambda_{mu} = 1.91 \times 10^{-7}\,\text{m}$

$(1.90 \times 10^{-7}\,\text{m} - 1.92 \times 10^{-7}\,\text{m})$

(c)



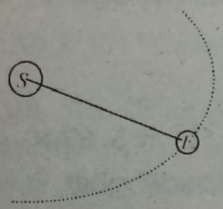
නිවැරදි විස්ථාපනය දක්වන වක්‍ර 02ක් ඇඳිය යුතුය

(වක්‍ර දෙක එකිනෙක හරහා නොයා යුතුය)

λ_m හෝ විකිරණයේ උච්ච විමෝචනය විශාල තරංගආයාම දෙසට හෝ රතු පෙදෙසට විස්ථාපනය වන බැවින් තනිකරම සූර්යයා ලපවලින් පිරුණොත් සූර්යයා මදක් රතු ලෙස දිස්වේ. (නමුත් සූර්ය ලප යම් තැනක පමණක් බොහෝ වැඩි උනොත් සූර්යයා එක්කම බලනවා නම් ලපවල මැද අඳුරු ලෙස ද මැද වටේට රතු ලෙස ද දිස්වේ.)

ප්‍රශ්නය අමාරු නැත. සුළු කිරීම් නම් බොහෝ ඇත. ප්‍රශ්නයේ පළමු කොටස් පෙරත් දී ඇත. ස්ටෙෆාන් නියමයට ස්ටෙෆාන් - බෝල්ට්ස්මාන් නියමය කියාද කියනු ලැබේ. ස්ටෙෆාන් ජීවත් වූයේ ඇමරිකාවේය. බෝල්ට්ස්මාන් එංගලන්තයේය. දෙදෙනාම මේ නියමය සොයා ගැනීම සඳහා දායක විය. සමහර දරුවන් $E = \sigma AT^4$ ලියා තිබුණි. කමක් නැත. එවිට E, කෘෂ්ණ වස්තුවේ පෘෂ්ඨයේ A වර්ගඵලයකින් විකිරණ වන ශක්ති ශීඝ්‍රතාවය (ක්ෂමතාවය) විය යුතුය. නමුත් ඇත්තටම නම් සත්‍ය නියමය වන්නේ $E = \sigma T^4$ය. උෂ්ණත්වය T කෙල්වින්වලින් වේ. *(a)* (i) මෙම ගැටලුව ඕනම පොතක , නිබන්ධනයක ඔබ දැක ඇතුවාට සැක නැත.

පෘථිවියේ ඒකක වර්ගඵලයකට කොපමණ ශක්ති තීව්‍රතාවක් ලැබේද? සූර්යයාගෙන් විමෝචනය වන මුළු ක්ෂමතාව



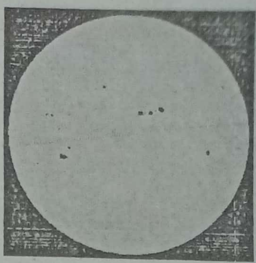
$4\pi d^2$ වර්ගඵලයක් පුරා පැතිරේ. මෙහිදී කිසිදු ශක්ති හානියක් සිදු නොවේ යැයි උපකල්පනය කරනු ලැබේ. එසේ නම් සූර්යයාගෙන් විමෝචනය වන මුළු ක්ෂමතාවයෙන් කොපමණ ප්‍රමාණයක් පෘථිවියේ ඒකක වර්ගඵලයක් මතට වැටේද? ගණිතය නම් ඇත. බොහෝ දරුවන් උත්තරය සුළු කොට තිබුනේ නැත. පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ උෂ්ණත්වය සූර්ය පෘෂ්ඨයේ උෂ්ණත්වයට සාපේක්ෂව නොසලකා හැරිය හැක. නැත්නම් යොදන්න වෙන්නේ $E = \sigma A(T_1^4 - T_2^4)$ ය.

(ii) වීන්ගේ විස්ථාපන නියමය යෙදිය යුතුය. කෘෂ්ණ වස්තු සඳහා මේ නියම දෙක හැර වෙන නියම නැත. (i) හි T වැරදුනොත් λ_m ද වරදී. (iii) සාමාන්‍ය දැනීමෙන් උත්තරය ලිවිය හැක. වායුගෝලය මගින් අවශෝෂණය මෙන්ම ප්‍රකිරණය ද *(scattering)* සිදුවේ. ප්‍රකිරණය විෂය නිර්දේශයේ නැත.

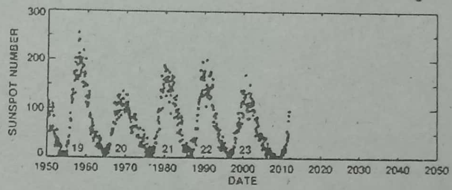
(b) (i) බොහෝ දරුවන් අනුපාත නොගෙන මුල සිටම හදයි. $\sigma A'(5335)^4 \times \frac{30}{100} = \sigma A' T_u^4$. A' යනු අම්බ්‍රාවක වර්ගඵලයයි. මෙය ඒ හා සමාන සූර්ය පෘෂ්ඨයේ වර්ගඵලයකටද සමානය. සුළු කිරීම් ඇත. (ii) අසන්නේ තරංග ආයාම අතර වෙනසයි. කෙළින්ම $\Delta\lambda$ හෝ අම්බ්‍රාවක් සඳහා λ_{mu} ගණනය කොට එයින් පෙර අගය අඩු කළ හැක. $\lambda_{mu}T_u = 2.9 \times 10^{-3} \Rightarrow \lambda_{mu} = \frac{2.9 \times 10^{-3}}{3948} = 7.35 \times 10^{-7}$ m $\therefore$තරංග ආයාම වෙනස = $(7.35 - 5.44) \times 10^{-7} \rightarrow 1.91 \times 10^{-7}$ m

සූර්යලප යනු සූර්යයාගේ ප්‍රකාශ ගෝලයේ දකින්නට ලැබෙන සූර්ය පෘෂ්ඨයේ සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වයට වඩා අඩු උෂ්ණත්වයක් ඇති පෙදෙස්ය. සූර්ය ලපවල උෂ්ණත්වය 3000 - 4500 K පරාසයේ පවතී. මෙම ලප සූර්යය පෘෂ්ඨයෙන් ඒකලිත කොට ගත්තොත් ඒවායේ පෙනුම දෘශ්‍ය රතු පෙදෙසේ පවතී. එයට හේතු වන්නේ මේ උෂ්ණත්වයට අදාල කෘෂ්ණ වස්තු විකිරණ ව්‍යාප්තියේ උපරිම තීව්‍රතාවය වැටෙන්නේ රතු පෙදෙසට වීමය. උෂ්ණත්වය අඩුවත්ම λ_m වැඩි වන බව ඔබ දනී. නමුත් සූර්යයාගේ ලප නොමැති පෘෂ්ඨය හා සමඟ එකට එක්ව සූර්යය පෘෂ්ඨයේ ලප දිස්වන්නේ අඳුරු *(dark)* ලප/පෙදෙස් හැටියටය. මෙයට හේතුව වන්නේ ලප, අනෙක් ලප

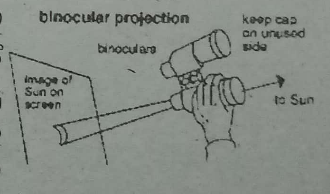
නොමැති තැන්වලට සාපේක්ෂව උෂ්ණත්වය අඩු (සිසිල්) වීමයි. මතක තියාගන්න විකිරණ තීව්‍රතාව යන්නේ T^4 එක්කය. ගැටලුවට අනුව ද ලපයක මැදින් නිකුත්වෙන විකිරණ තීව්‍රතාව සාමාන්‍ය පෘෂ්ඨයෙන් නිකුත්වෙන ශීඝ්‍රතාවයෙන් 30% කි. ඉතා දීප්තිමත් පසුතලයක *(background)* දීප්තියෙන් සැහෙන අඩු තැන් පෙනෙන්නේ පසුතලයට සාපේක්ෂව අඳුරු හැටියටය. නමුත් ලප වෙන්ව ගත්තොත් ඒවාත් සැහෙන දීප්තිමත්ය. **1000 W** බල්බ ගොඩාක් තියන තැනක මැද්දේ පුංචි *LED* එකක් තිබ්බොත් එය අපට පෙනේවිද? ලස්සන සුදු මුහුණක පුංචිම පුංචි ලපයක් පෙනෙන්නේ කළුවටද? ලස්සන වෙන්න සුදු වෙන්නම ඕන නැත. නමුත් සුදු උනාම ලප/කුරුළෑ හොඳට පෙනේද?



මේ සූර්ය ලප මුලින්ම අධ්‍යයනය කළා යැයි සිතන්නේ ගැලීලියෝ ය. 1610 දී ඔහු මෙම ලපයක් අල්ලා ගෙන/බලමින් එහි විස්ථාපනය අනුව සූර්යයාගේ භ්‍රමණ වේගය නිමානනය කළේය. *Sunspots* යන නම දැම්මේද ඔහුය. මේ සූර්ය ලප ඇති වන්නේ කෙසේද? තවමත් මේ පිළිබඳ විද්‍යාඥයෝ පරීක්ෂණ පවත්වති. සූර්යයා තුළ අයන චලිතය නිසා ප්‍රබල චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් පවතී. ප්‍රබල චුම්භක ක්ෂේත්‍රය නිසා රත්වූ අයන එකට හසු වී ඇති පෙදෙස්වලට චුම්භක ස්‍රාව නළ කියා කියනු ලැබේ. සූර්යයා ඝන වස්තුවක් නොවේ. එය වායු ගිණිබෝලයකි. එමනිසා එහි භ්‍රමණ වේගය සෑම තැනකම එකම නොවේ. සමහර තැන් හයියෙන් භ්‍රමණය වන අතර සමහර තැන් සෙමෙන් භ්‍රමණය වේ. මෙම සංසිද්ධිය හඳුන්වන්නේ "ආන්තර භ්‍රමණය" *(differential rotation)* හැටියටය. මේ හේතුව නිසා චුම්භක නළ රබර් පටි මෙන් ඇඹරිය හැක. මේ ඇඹරීම නිසා සමහර තැන්වල සංවහන ධාරා සූර්යය පෘෂ්ඨයට පැමිණීම නවතී. සූර්යය මධ්‍යයේ *(core)* සිට පැමිණෙන සංවහන ධාරා පෘෂ්ඨයට එන්නට බැරි උනොත් එතැන උෂ්ණත්වය සාපේක්ෂව අඩුවේ. සමහර අවස්ථාවලදී සූර්යය පෘෂ්ඨයේ සූර්යලප සිය ගණනක් පවතී. සමහර අවස්ථාවලදී එකක්වත් නැත. ලපයක් දින 1 සිට 100 දක්වා කාලයක් පැවතිය හැක. සූර්ය ලප ප්‍රමාණය අවුරුදු 11 කට පමණ වාරයක් වැඩි වන බව සොයා ගෙන ඇත. රූපය බලන්න.



(c) සූර්ය ලපයක මැදම ඇති කොටස අම්බ්‍රාවක් (පූර්ණ ඡායාවක්) ලෙසට ද ඊට වටේ ඇති කොටස පෙනම්බ්‍රාවක් (උප ඡායාවක්) ලෙසට ද හැඳින්වේ. අම්බ්‍රාවක උෂ්ණත්වයට වඩා පෙනම්බ්‍රාවක උෂ්ණත්වය වැඩිය. එමනිසා සූර්යයාගේ ඉතිරි පෘෂ්ඨයත් එක්ක බලන කොට අම්බ්‍රාවක් අඳුරු ලෙස ද පෙනම්බ්‍රාවක් මදක් රතු ලෙස ද දිස්වේ. මේ නම් යොදා ඇත්තේ ආලෝකයේ පූර්ණඡායා හා උපඡායා ඇසුරෙනි. පූර්ණ ඡායාවක් තනිකරම අඳුරුය. උප ඡායාවක් ලාවට අඳුරුය. තනිකරම සූර්යයා ලපවලින් පිරුණොත් සූර්යයා මදක් රතු ලෙස දිස්වේ. එවිට සංසන්දනය කරන්නට පසුතලයක් නැත. නමුත් සූර්ය ලප යම් තැනක බොහෝ වැඩි උනොත් සූර්යයා එක්කම බලනවානම් ලපවල මැද අඳුරු ලෙස ද මැද වටේට රතු ලෙස ද දිස්වේ. අපි දිගටම සූර්යයා දෙස බලනවා කියා කීවෙමු. නමුත් ලප බලන්නවත් වෙන මොනවා බලන්නවත් සූර්යයා දිහැ කෙළින්ම කිසිවිටෙක බලන්න එපා. සූර්යයා නිරීක්ෂණය කිරීමේ හොඳම ක්‍රමය වන්නේ රූපයේ පෙනෙන ආකාරයට ප්‍රිස්ම දෙනතියකින් හෝ දුරේක්ෂයකින් ලැබෙන ප්‍රතිබිම්බය සුදු කඩදාසියක් මතට ගැනීමය. ප්‍රිස්ම දෙනතිය හෝ දුරේක්ෂය තුළින්වත් සූර්යයා දෙස බලන්න එපා. ලෝකයේ ලස්සන දේවල් බලන්න තියන ඇස් සවුත්තු කර ගන්න එපා!! සිදුරු කැමරාවකින් හැදෙන ප්‍රතිබිම්බය දෙස ද ඕනනම් බැලිය හැක. පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සඵල උෂ්ණත්වය ද මේ ගැටළුවට යටතේ සෙවිය හැක. පෘථිවියේ අරය r_E නම් පෘථිවිය මත පතිතවන මුළු සඵල ශක්ති තීව්‍රතාව වන්නේ $\pi r_E^2 \times 1000$ W ය. අනවරත අවස්ථාවට පත්වූ පසු මෙම අගය පෘථිවි පෘෂ්ඨයෙන් විමෝචනය වන ශක්ති තීව්‍රතාවයට සමාන කළ හැක. පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ උෂ්ණත්වය T_E නම්, $\sigma 4\pi {r_E}^2 T_E^4 = \pi r_E^2 \times 1000 \Rightarrow$ $T_E^4 = \frac{1000}{4\times\sigma}$ මෙයට අගයන් ආදේශ කළවිට $T_E = 258$ K ලැබේ. එනම් $-15\ ^0\mathrm{C}$ ය. සූර්යයාගෙන් පැමිණෙන විකිරණ වායුගෝලය මගින් අවශෝෂණය මෙන්ම ප්‍රකිරණය ද වන නිසා සත්‍ය උෂ්ණත්වය මෙම ගණනය කළ අගයටත් වඩා අඩුවිය යුතුය. නමුත් පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සඵල මධ්‍යන්‍ය උෂ්ණත්වය $+15\ ^0\mathrm{C}$ පමණ වේ. මෙය පැහැදිලි කරන්නේ කෙසේද? මෙය පැහැදිලි කරන්නේ පෘථිවි වායුගෝලයේ ඇති හරිතාගාර වායු **(greenhouse gases)** මගිනි. වායුගෝලයේ ඇති ජලවාෂ්ප, කාබන්ඩයොක්සයිඩ්, මීතේන් වැනි වායු පෘථිවි පෘෂ්ඨයෙන් විමෝචනය කරන දිගු තරංග ආයාම (තාප විකිරණ) අවශෝෂණය කරගෙන නැවතත් ප්‍රති-විකිරණය **(re-radiate)** කරයි. ආපසු හරවා එවයි. මෙමගින් පෘථිවිය උණුසුම්ව තබා ගනී. හරිතාගාර වායුවලට අප බැන්නත් ඒවා අපට නැතිව බැරිය. ප්‍රශ්නයක් වන්නේ වැඩිපුර ඇති විටය.



උසස් පෙළ භෞතික විද්‍යාව
2014 විවරණය

අ.පො.ස උසස් පෙළ භෞතික විද්‍යා විෂයයේ බහුවරණ ප්‍රශ්න පත්‍රයට සාර්ථකව මුහුණදීමේ හැකියාව හා කුසලතාව වර්ධනය කර ගැනීමේ අභිලාෂයෙන් මා විසින් ලියන ලද බහුවරණ විවරණය ග්‍රන්ථය දූ දරුවන්/ගුරු මහත්ම මහත්මීන් අතර ඉතාමත් ප්‍රසාදයට පාත්‍ර වූ බව අසන්නට ලැබුණි. එහි අඩංගු ශිල්පීය ක්‍රම විමර්ශනශීලීව හදාරා විභාගයේදී එම ක්‍රම අනුසාරයෙන් ගැටළු විසඳා ඉතා ඉහළ ප්‍රතිඵල ලබා ගත් සිසු සිසුවියන් සිටිනු දැකීම මා තුල සතුටක් මෙන්ම අභිංසක ආඩම්බරයක් ජනිත කරයි.

එයින් ලබා ගත් සාර්ථකත්වය අනුව බහුවරණ කොටස පමණක් නොව භෞතික විද්‍යා ප්‍රශ්න පත්‍රය මුළුමනින්ම විවරණයකට ලක් කිරීමට මට සිතුණි. මෙ එළි දක්වන්නේ 2014 අගෝස්තු මස පවත්වන ලද භෞතික විද්‍යා ප්‍රශ්න පත්‍රයේ සම්පූර්ණ විවරණයයි. මෙය පරිශීලනය කිරීමෙන් ඔබට විභාගයේදී ඉහල ලකුණු මට්ටමක් කරා යෑමට යම් උදව්වක් ලැබෙන බව මගේ විශ්වාසයයි. සිසු සිසුවියන් ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු සැපයීමේදී දක්වන ලද දුර්වලතා, අසම්පූර්ණ උත්තර හා අතපසුවීම් සියල්ලක්ම සෑම ප්‍රශ්නයක් යටතේම ඉතා පුළුල් වශයෙන් සමාලෝචනය කොට ඇත. නිවැරදිව උත්තර පමණක් සඳහන් කිරීමට වඩා ප්‍රශ්නවල සෑම කොටසකදීම දූ දරුවන් පෙන්වන ලද අඩු ලුහුඬුකම් සියල්ලක්ම මෙහි සාකච්ඡා කොට ඇත. අප කරන හරි දේට වඩා කරන්නාවූ වැරදි වලින් අපට බොහෝ පාඩම් ඉගෙන ගත හැක. එබැවින් නිවැරදිව හා සරලව ප්‍රශ්න දෙස බලා ඒවාට ලකුණු ලබා ගත හැකි පිළිතුරු සෑම දරුවෙක්ම අනිවාර්යයෙන්ම ප්‍රගුණ කළ යුතු කුසලතාවයකි. මෙම ග්‍රන්ථය ඒ සඳහා මහඟු අත්වැලක් සපයනු නොඅනුමානය.

මහාචාර්ය එස්.ආර්.ඩී. රෝසා
භෞතික විද්‍යා අංශය
කොළඹ විශ්ව විද්‍යාලය, කොළඹ.

කතෘගේ අනෙකුත් පොත්

යාන්ත්‍ර විද්‍යාව කම්පන හා තරංග
පදාර්ථ හා විකිරණ
බහුවරණ විවරණය (1994-2000)
2001 විවරණය
2002 විවරණය
2003 විවරණය
2004 විවරණය
2005 විවරණය
2006 විවරණය
2007 විවරණය
2008 විවරණය
2009 විවරණය
2010 විවරණය
2011 විවරණය
2012 විවරණය
2013 විවරණය
2009 Review
2010 Review
2011 Review
2012 Review

GRC books

ගීතා රත්නමාලී රෝසාගේ
පුංචි විද්‍යාඥයින්ට
ආදර්ශ ළමා කතා

පළමු පොත - ප්‍රාථමික අංශයට
දෙවන පොත - ද්විතීයික අංශයට
තෙවන පොත - තෘතීයික අංශයට

ISBN 978 - 955 -52867 - 7 - 0

මිල රු. 350/-